

## *A rekurzió interdiszciplináris vizsgálata a nyelvben*

*konzorciális OTKA-pályázat  
NK 69042, NK 72461, K1A72465*

### *Összefoglaló zárójelentés*

*A rekurzió interdiszciplináris vizsgálata a nyelvben* c. OTKA-pályázatot konzorcium keretében valósítottuk meg. A konzorciumi partnereket a Debreceni Egyetem (DE, témavezető: Hunyadi László), az MTA Pszichológiai Kutatóintézete (PK, témavezető: Csépe Valéria) és az MTA Nyelvtudományi Intézete (NyI, témavezető: Bánréti Zoltán) alkották. A projekt kiinduló alapvető célja a nyelvképesség mibenlétére vonatkozóan, a Hauser, Chomsky és Fitch 2002-ben kifejtett feltevés vizsgálata volt. E feltevés szerint a (szűk értelemben vett) nyelvképesség (FLN) nem áll másból, mint a rekurzió képességéből. A generatív grammatika hagyományos szemléletét követve e képesség teszi lehetővé, hogy véges számú szavakból véges számú szabályok alkalmazásával végtelen sok lehetséges mondatot tudjunk létrehozni. Ez a rekurzió a szintaxis szintjén jelenik meg és nincs kapcsolatban a rekurzió más kognitív rendszerekben való esetleges megjelenésével. Egyes nyelvészeti munkák ugyanakkor azt tanúsították, hogy a rekurzió nem kizárólagos sajátja a szintaxisnak, megjelenik egyebek között a prozódiaiban is (Ladd 1995, Wagner 2005, Hunyadi 2006). Fontos kérdésként nyitva maradt azonban, vajon e nyelvészeti eszközökkel azonosított prozódiai rekurzió vajon ténylegesen tetten érhető-e mint kognitív jelenség, továbbá, mennyire függhet a szintaxisban talált rekurziótól (azaz mi a helyen a szintaxis-prozódia interfészben).

A konzorcium összetételét meghatározó alapkoncepció az volt, hogy a rekurzió nyelvképességben betöltött szerepét olyan partnerek vizsgálják, akik sajátos szemléletmódjukkal, eszköztárakkal és módszereikkel hozzájárulhatnak ahhoz, hogy feltárják, vajon van-e a rekurziónak pszichológiai realitása, azaz vannak-e a prozódiaiban olyan rekurzív elemei, amelyek szabályként működnek és így a prozódia absztrakt reprezentációjának összetevői lehetnek.

A nyelvészeti (prozódiai) kutatócsoport legfőbb kutatása arra irányult, hogy olyan kísérleteket végezzen, amelyekkel ellenőrizhetők a felolvasott szövegek alapján tett korábbi megfigyelések a prozódiai rekurzió megjelenésére, a tonális beágyazásra és a tonális folytonosságra vonatkozóan (Hunyadi 2006). Ennek során ezen megfigyelések érvényét az eddiginél tágabb vizsgálati szempontokra is ki kívántuk terjeszteni, ami a vizsgálati spektrum jelentős szélesítését eredményezte. Így percepció és produkció kísérletekre került sor felnőttek és gyermekek bevonásával e tonális tulajdonságok korlátainak a megállapítására. További kísérletekben a generatív grammatikának a szintaxis-prozódia interfészre vonatkozó feltevését vizsgáltuk, különös tekintettel arra, vajon nyelvészeti módszerekkel milyen mértékben vizsgálható/támasztható alá a prozódiai rekurzió feltevése. Mivel a vizsgált folyamatok a csoportosítás valamilyen megvalósulásaiként jelennek meg, kézenfekvő volt továbbá vizsgálatainkat kiterjeszteni a nyelvi ritmus szervezési elveinek a tanulmányozására is. Végül izgalmas kihívásként éltük meg siketek jelelésének vizsgálatát annak érdekében, hogy szerkezetépítési sajátosságaiakon keresztül a csoportosítás mint a rekurzió alapja bizonyos velünk született nyomait azonosíthassuk.

A pszichológiai kutatócsoport érdeklődésének középpontjában a beszéd percepciójának és produkciójának azon kérdései álltak, amelyek a prozódia pszichológiai realitását érintik, azaz azt, hogy vannak-e a prozódiaiban olyan rekurzív elemei, amelyek szabályként működnek, s a prozódia absztrakt reprezentációjának összetevői. A nyelvészeti kutatások csupán támpontokat adtak arra vonatkozóan, melyek a prozódiai rekurzió azon lehetséges összetevői, amelyek a nyelvi feldolgozásban automatizáltak, a feldolgozást erőfeszítés nélkül olyan akusztikus kulcsokkal és szabályokkal támogatják, amelyek az élőbeszéd értelmezésében támpontot jelentenek. Feltételeztük, hogy a prozódiai rekurzió lehetőségét is elvető, erősen ható nyelvészeti elméletek egy multidiszciplináris eszköztár segítségével cáfolhatóak, és ebben az esetben a rekurzió a nyelvfejlődésben betöltött szerepe is vizsgálhatóvá válik majd. Hauser, Chomsky és Fitch (2002) tanulmányára munkáink kezdetekor elméleti keretként és empirikus kiindulásként hivatkoztunk, a pályázati munka végén viszont ez a publikáció sokkal inkább apropója, mint vonatkoztatási kerete az empirikus adatokra épülő új prozódia modellünknek.

A neurolingvisztikai kutatócsoportban feltételeztük, hogy az afáziában valamint az Alzheimer kórban fellépő nyelvi korlátozottságok, a nyelvtani sérülések következményein keresztül bepillantást enged az ép nyelvi rendszer architektúrájába és benne a rekurzív műveletek sajátosságaira. Ezért a nyelvi rekurzió neurolingvisztikai aspektusait is vizsgáltuk és új belátásokhoz jutottunk. A szakirodalom áttekintését és elemzését követően azt a problémát vizsgáltuk, hogy a rekurzióra való emberi képességnek (annak tehát, hogy egy művelet saját korábbi kimenetét (outputját) felhasználja bemenetként (inputként) egy újabb műveleti ciklusban) vajon mi a közelebbi forrása: (i) az emberi nyelv szintaxisa, vagy (ii) a nyelv szemantikája és pragmatikája (annak rekurzív logikája), vagy (iii) a szociális megismerés műveletei, mint a rekurzív tudatelméleti következtetések, vagy (iv) az emberi elme általános kognitív képessége. A neurolingvisztikai kutatás felmerült a lehetősége egy hierarchikus és interaktív műveleti szinteket tartalmazó rekurzió modellnek.

A vizsgálatok középpontjában a csoportosítás és annak egy sajátos esete, a központi beágyazás állt. Ennek lényege, hogy egy adott mondszerkezet két, azonos hierarchiai pozíciót elfoglaló eleme közé egy, ezen hierarchiai szinthez képest mélyebb hierarchikus pozíciót elfoglaló szerkezeti elem csatlakozik. Fontos, hogy az ilyen beágyazás szintaktikai értelemben rekurzívan is alkalmazható. A rekurzió vizsgálatához azért választottuk a központi beágyazás esetét, mert e mondattípusban a nyelvészeti irodalom alapján sajátos módon kapcsolódik össze a nyelvi prozódia és a szintaxis, így a kettő kapcsolata vizsgálhatóvá válik.

A központi beágyazás vizsgálata során azt a feltevést kívántuk ellenőrizni, miszerint a szintaktikai beágyazás és kiágyazás a prozodiában valóságosan megjelenik, azaz tonális megfélelői vannak (mint tonális beágyazás és tonális folytonosság), továbbá ennek sértése tetten érhető a percepcióban. A rekurzió prozódiai meglétére irányuló feltevést ugyancsak a központi beágyazás alapján kívántuk vizsgálni a többszöri beágyazás esetét vizsgálva.

Ezen feltételezések empirikus bizonyítására produkciós és percepciós feladatokat alakítottunk ki és vizsgáltuk egészséges alanyoknál, afáziás betegeknél és gyermekeknél egyaránt. Vizsgálataink a kérdésekre kapott válaszok alapján újabb kérdéseket is szültek és további kutatási irányokat is eredményeztek. Összességében azt állapíthatjuk meg, hogy a projekt résztvevői kísérleteikben igazolták a rekurzió prozódiai meglétét és meghatározták azon korlátok körét, amelyek között az megjelenik. A központi beágyazást mint a rekurzió egy speciális megjelenési formáját tanulmányozva leírtuk a központi beágyazás prozódiai jellemzőit mind a percepcióban, mind a produkcióban. A három kutatóhely által megjelentetett tanulmánykötetek és további publikációk széles spektrumát mutatják az elvégzett releváns kutatásoknak és bepillantást engednek egy inter- és multidiszciplináris kutatás együttműködésének eredményeibe tanúsítva annak hatékonyságát. Az alábbiakban az egyes kutatócsoportok eredményeit foglaljuk össze.

## ***I. A rekurzió interdiszciplináris vizsgálata a nyelvben: prozódiai alapok (NK 69042)***

Kutatásunk elméleti alapját egyrészt Hauser-Chomsky-Fitch 2002-es, a *Science*-ben megjelent cikke, másrészt a rekurziónak a nyelvképesség meghatározásában játszott szerepére vonatkozó, a fenti cikk alapfeltevéseire reflektáló, azóta megjelent tanulmányok (mint Jackendoff-Pinker 2005, Pinker-Jackendoff 2006, Parker 2004, Wagner 2005, Hunyadi 2006, valamint Hulst (szerk.) 2010) képezték. Hauser-Chomsky-Fitch 2002 szerint a szűken vett nyelvképesség nem áll másból, mint a rekurzió képességéből, ami segítségével véges számú szavakból véges számú szabályok alkalmazásával végtelen sok lehetséges mondatot tudunk létrehozni. Ez a rekurzió a szintaxis szintjén jelenik meg és nincs kapcsolatban a rekurzió más kognitív rendszerekben való esetleges megjelenésével. Kérdésként vetik fel azt is, hogy az így értelmezett rekurzió megléte vajon igazolható-e más főemlősöknél, azt sejtetve, hogy a rekurzió kizárólagos és más élőlényektől megkülönböztetett sajátja az embernek. Feltevésük szerint nyelvképességünk a produkció mellett

abból is áll, hogy a rekurzió által ugyanilyen lehetséges mondatok végtelen halmazát tudjuk felismerni és grammatikusnak tekinteni. Ezen tanulmányt számos olyan tanulmány követte, amely azt hangsúlyozta, hogy a nyelvképesség jóval összetettebb, mint a kombinatorikus nyelvi szabályok rekurzív módon való végrehajtása és magába foglalja a nyelvi produkció számos megnyilvánulását (így megkérdőjelezve a kompetencia-performanciának a generatív grammatika fél évszázados hagyományán alapuló dichotómiáját), odáig, hogy többen számon kérik a kommunikációnak is a helyét a nyelvképesség értelmezésében.

Korábbi tanulmányaink (Hunyadi 2006) kimutatták, hogy a prozódia is rendelkezik rekurzív tulajdonságokkal és úgy, hogy a prozódiai rekurzió nem egyszerű leképezése a szintaktikai rekurciónak, hanem a prozodiában és a szintaxisban megfigyelhető rekurzió egy általánosabb, vélhetően a nyelven túlmutató képességre, a csoportosítás képességére vezethető vissza. Azt is kimutattuk, hogy a csoportosítás a produkció szintjén alapvetően multimodális, azaz egyszerre többféle eszközzel fejezhető ki. A csoportosítás egyik általános jellemzőjeként neveztük meg az *inherens csoportosítást*, a beszéd szintjén pedig leírtuk az ún. *könyvveljelző hatást*, ami a *tonális beágyazás* és a *tonális folytonosság* elvei alkalmazásával valósul meg.

Jelen pályázat során Hunyadi 2006 alapján a rekurzív csoportosítás általános jegyeit vizsgáltuk kísérleti módszerekkel azzal a szándékkal, hogy azok érvényét újabb érvekkel alátámasszuk és kiterjesszük. A kiindulást képező tanulmányunkban foglaltakhoz képest az alábbi kiterjesztésekre került sor:

- (a) a produkció vizsgálata mellett vizsgálatunk tárgyává tettük a *percepciót*;
- (b) a felolvasott példamondatok mellett részletesen kitértünk a *spontán beszéd* vizsgálatára;
- (c) a magyar nyelv mellett más nyelvekre is vizsgáltuk a prozódiai rekurzióra megállapított elveket;
- (d) tesztalanyaink körét az elmélet érvényességének ellenőrzésére és kiterjesztésére bővítettük kisiskolások, valamint siketek (iskolások, továbbá felnőttek) bevonásával;
- (e) a (rekurzív) csoportosítás kifejezésének multimodális elvét egy újabb modalitás, a *gesztusok* (*vizuális prozódia*) vizsgálatára is kiterjesztettük;
- (f) a nyelvképesség és a performancia-kompetencia dichotómia viszonyának újabb szempontú megközelítésére vizsgáltuk, vajon megjelenik-e rekurzivitás a *kommunikáció szerveződésében*;
- (g) e fenti kutatási területek empirikus támogatására *multimodális korpuszokat* hoztunk létre halló felnőttek és gyermekek, továbbá siketek bevonásával

Főbb eredményeinket az alábbiakban foglaljuk össze<sup>1</sup>:

## 1. A csoportosítás vizsgálata

A csoportosítás olyan általános elv, amely *modalitásfüggetlen, redundáns kifejező eszközei vannak*, továbbá *inherens*

- modalitásfüggetlen: kísérleteink tanúsága szerint egyaránt megjelenik absztrakt vizuális és absztrakt prozódiai minták, továbbá természetes nyelvi kifejezések reprezentációjában
- redundáns kifejező eszközei vannak: ahol többféle eszköz is lehetséges, ott létezik egy, az adott modalitásra alapértelmezett eszköz, aminek a használata kötelező, a továbbiaké opcionális

---

<sup>1</sup> A projekt eredményeinek jelentős része napvilágot látott a következő kötetben: Hunyadi (szerk.) 2011.

Megfigyelésekkel támasztottuk alá azt a fontos tulajdonságot, hogy az opcionális eszközök általi struktúrajelölés nem mondhat ellent az alapértelmezett eszközzel történő struktúrajelölésnek, de megengedett, hogy alulspecifikált legyen.

Megvizsgáltuk, vajon a nyelvészeti szakirodalomban frázishatároló eszközként megnevezett idő és F0-variáció közül melyik milyen mértékben vesz részt a csoportosítás jelölésében. Pierrehumbert 1980, továbbá Beckman és Pierrehumbert 1986 valamint számos ezt követő munka az F0-variációt helyezi a figyelem középpontjába és az intonáció leírásában megkülönbözteti az ún. határoló dallamokat a nem-határoló dallamoktól. Az idő szerepére – mivel feladatuknak az intonáció leírását tartották – nem térnek ki. Ezzel szemben Ladd 1996 és Wagner 2005 a szintaxis prozódiai leképezését vizsgálva azt állapítják meg, hogy a csoportalkotásban az időnek van alapvető szerepe. Saját kísérleteinkben ugyanakkor kimutattuk, hogy a prozódiai csoportosítás alapértelmezett eszköze nem az időtartam, hanem a beszéddallam. Azt találtuk, hogy míg a frázishatárokat kötelező a beszéddallam variációjával kifejezni (a határ két oldalán ellentétes irányú dallam indul), a nyújtás és a rövidülés csak opcionális. A csoportképzésnek nem mond ellent, ha a határokon és a csoportok belsejében ugyanolyan időtartam választja el az elemeket. Spontán beszédben éppúgy, mint felolvasásokban megfigyeltük, hogy a frázishatárt jelölő időtartam-változás inkább szóvégi nyújtás, mint valóságos szünet formájában jelenik meg.

- inherens: olyan mintázatok produkciójában is megjelenik, ahol a csoportosítást felszíni határoló elemek nem jelzik; eközben preferált a szimmetria elvének érvényesülése

Kisgyermekek körében végeztünk kísérletet vizuális stimulusokra (kutyák képeinek sorozatára) adott egyenkénti tapsolás idejét és intenzitását vizsgálva. Bizonyos szisztematikus csoportosítást találtunk a páros számú elemet tartalmazó, 6-nál nem nagyobb elemszámú mintázatoknál. Az intenzitást tekintve azt találtuk, hogy a 4- és a 6-elemű mintázatban a kísérleti alanyok két-két azonos elemszámú csoportot hoztak létre. A páratlan, 3- és 5-elemű mintázatokban is felfedezhető volt a két csoportra való osztás úgy, hogy az első csoport tartalmazott kisebb számú elemet. Az idővel való csoportosításnál jóval kisebb csoportosítási tendenciát találtunk. Ezt azzal magyaráztuk, hogy a tapsolás mint a csoportosítás egy modalitása számára a modalitás-specifikus intenzitás az alapértelmezett eszköz.

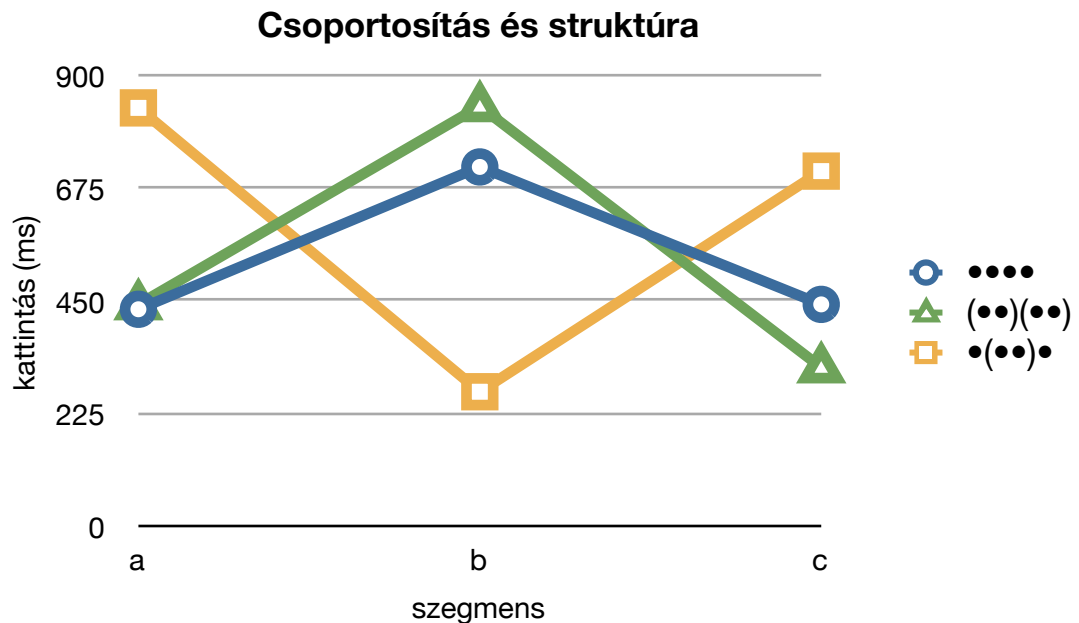
Egy 6 azonos elemből álló mintánál nagyobb elemszámú minta esetében az inherens csoportosítás korlátozottnak bizonyult. Ennek lehetséges oka az, hogy a csoportosítás alapjául szolgáló szimmetria elve is – a percepció korlátozott volta miatt – csak kisebb elemszám esetén érvényesül.

## **2. A beágyazás vizsgálata**

Vizsgáltuk a beágyazás fajtáit, megjelenítésének módjait és a beágyazás különbségét a beékeléstől.

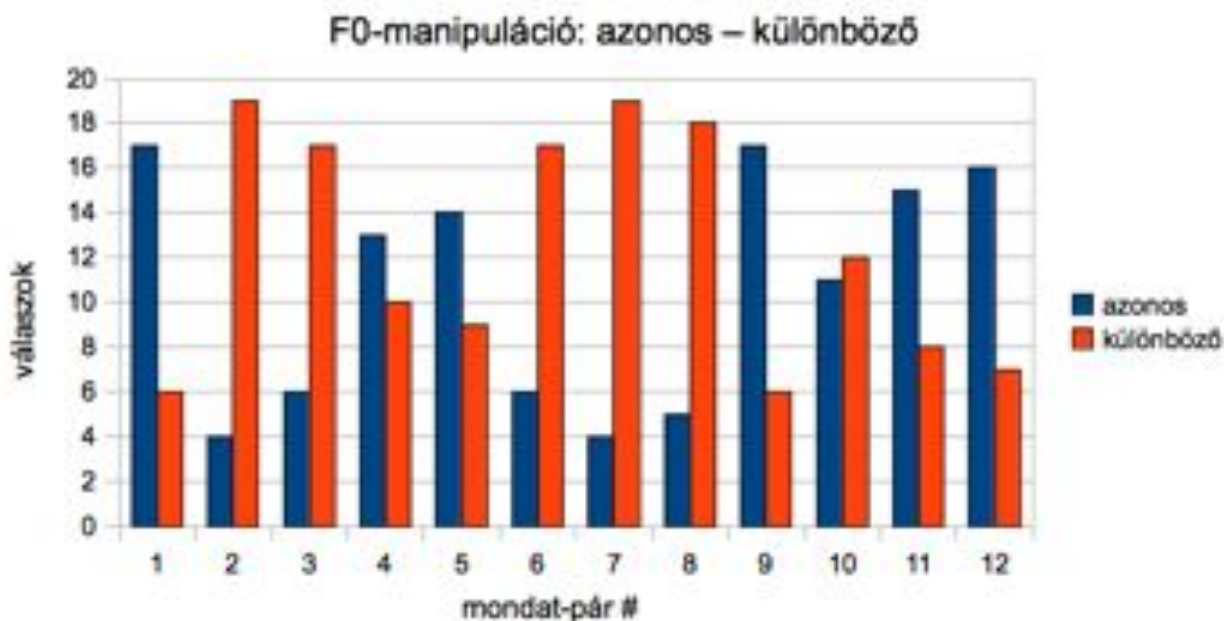
A beágyazás a csoportosítás azon esete, amikor hierarchikus szerkezetet hozunk létre. Attól függően, az alapszerkezet mely részét érinti, megkülönböztetünk központi, valamint szélső (bal- és jobboldali) beágyazást. Vizsgálatainkat a központi beágyazásra korlátoztuk, ugyanis ebben az esetben különösen fontos megfigyelni a struktúrába való belépés és az onnan való kilépés jelölésének sajátosságait.

- Feltártuk, hogy a csoporthatárok jelölése struktúrafüggő. Egy csoport helyzetét egy adott szerkezeti hierarchiában az adott csoporthatár-jelölő eszköz értékének monoton változása fejezi ki (pl. időtartammal való jelölés esetén minél mélyebben van egy csoport egy adott hierarchiában, csoporthatárának kezdetét annál rövidebb időtartam jelöli); ld. 1. ábra.



1. ábra: Csoportosítás és struktúra összefüggése az időbeli reprezentáción keresztül

- Kimutattuk, hogy a beágyazás és a kiágyazás határoló értékei nem azonosak: a beágyazásé mindig kisebb, mint a kiágyazásé. Új eredményként azt találtuk, hogy prozódiai beágyazásnál leggyakrabban magát a beágyazást időtartam nem, csak (az alapértelmezett) dallam jelöli. Ezzel szemben ha az alapértelmezett modalitás egyben az egyetlen szóba jöhető modalitás is (mint absztrakt vizuális elemek alkotta mintázat esetében az időtartam), az mind a beágyazás, mind a kiágyazás kifejezésében részt vesz.
- Központi beágyazást tartalmazó összetett mondatokban manipuláltuk a beágyazott mondat dallamát abból a célból, hogy megválaszoljuk, vajon milyen típusú és mértékű manipulációt (a természetes bemondástól való eltérést) érzékelünk. Azonos-különböző ítéleteket vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a zenei hallás szempontjából már szignifikánsnak tekintett 3 Hz különbségnél csak jóval nagyobb különbséget vettek észre az egyetemista kísérleti alanyok. Ez a különbség jelentősen meghaladta a 10 Hz-et (a Praat programot használva olykor a manipuláció eredményeként olyan dallamkontúrt kaptunk, amit már nem lehetett természetesnek tekinteni, így azoknak az eredményeit nem vettük figyelembe). Vö. 2. ábra:



2. ábra: Azonos-különböző ítéletek F0-manipulációra

- Egy újabb sorozatban, egy hatfokú skálán alkalmazott jóság-ítéletekre támaszkodva pedig azt találtuk, hogy a beágyazás mélységének növelése jóval kevésbé vált ki alacsony elfogadhatóságot, mint a beágyazás alaphérszenciájának az ellenkező irányba való emelése (ezt mutatja a 3. ábra, ahol az alacsony ítélet-értékek a szintaktikai beágyazás tonális emelésére kapott válaszok).



3. ábra: Jóság-ítéletek F0-manipulációra

Mindezek alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy (a) létezik olyan szabály, mint tonális beágyazás, amit nem sértünk meg, ha a beágyazás mélyebb F0-értékeken valósul meg, de megsértünk, ha a manipuláció ellenkező irányú, (b) az, hogy a manipuláció csak nagyobb F0-értékek mellett vehető észre, arra utal, hogy a beágyazás prozódiai jelölésénél nagyobb preferenciája van a beágyazás szintaxis által történő jelölésének. Ezt a nyelvészeti eszközökre támaszkodó feltevést igazolta a pszichológiai kutatócsoport elektrofiziológiai vizsgálata, amivel

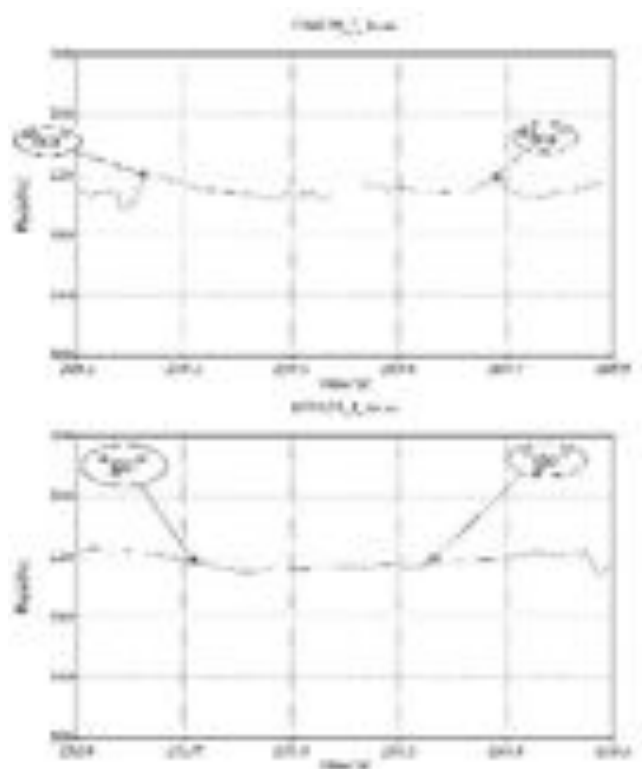
kiemelkedő eredményként bizonyítást nyert egy absztrakt prozódiai reprezentáció léte: a beágyazás mint a rekurzív csoportosítás egy formája egy ilyen reprezentációra támaszkodik.

- Spontán beszédben azt is találtuk, hogy a tonális beágyazás nem csupán alaphang-mélyülést jelent, hanem egyben az ún. tonális tér (ami a minimális és a maximális F0-érték különbsége) szűkülését is.
- Vizsgáltuk az ítéleteket abban az esetben is, amikor az egész beágyazott tagmondat manipulálása (transzponálása) helyett annak csak a hangsúlyos első szótagjára eső F0-értéket manipuláltuk. A jóság-ítéletek alapján szignifikáns eltéréseket a manipulált és a nem-manipulált mondatok között nem találtunk. Ezt azzal magyaráztuk, hogy minden ilyen esetben a beágyazott tagmondat intonációjának alapvonala (baseline) nem változott meg, így a tonális beágyazás szabálya érvényesült.
- Végül vizsgáltuk a tonális folytonosság esetét: azt találtuk, hogy a két elszakított főmondat-rész között megfigyelhető tonális folytonosság megsértése nem jár a jóság-ítéletek romlásával. Ezt azzal magyaráztuk, hogy ha a beágyazás-kiágyazás prozódiai jelölése megtörténik, azzal a csoportosítás is megvalósul. A tonális folytonosság nem strukturális követelménye a beágyazásos csoportosításnak, hanem annak stilisztikai variációja.
- Megfigyelések alapján új eredményként megállapítottuk, hogy – bár a beékelésnek ugyanolyan csoportjelölő eszközei vannak, mint a beágyazásnak, a beszédprozódiában két fontos különbség van közöttük: egyrészt a beékelést nem lehet rekurzív módon alkalmazni, másrészt – ellentétben a beágyazással – a beékelés mindkét határoló szakaszát (a beékelést és a kiékelést egyaránt) a beszéddallam mellett időtartammal is kifejezzük.

### 3. A rekurzív beágyazás vizsgálata

Vizsgáltuk a rekurzió alkalmazásának lehetséges mélységét, jelölésének prozódiai feltételeit és különbségét az iterációtól.

- Megfigyeléseink szerint a rekurzió lehetséges *mélysége* függ a beágyazás típusától (azonos típusú beágyazás – mint pl. tárgyat bővítő vonatkozó mellékmondatok rekurzív egymásutánisága – korlátozottabb, mint különböző típusú beágyazásoké). Ez azt mutatja, hogy a rekurzió mint a kompetencia egy eszköze csak a performanciában van korlátozva.
- Új eredményként tendenciaszerűen azt találtuk, hogy rekurzív prozódiai beágyazásnál a kötelező dallam mellett időtartammal csak a legmélyebb beágyazott csoport kiágyazását jelöljük.
- Míg a rekurzió azt jelenti, hogy egy műveletet ismételve végrehajtunk, az mégsem azonos az iterációval. Az utóbbi során ugyanis nem valósul meg a rekurzió alapvető feltétele, az, hogy a műveletet az adott művelet eredményén ismételjük meg. Ez különbség kifejeződik a prozódiában is: az iteráció, mivel nem hierarchiaképző művelet, nem mutatja a határoló szakaszok dallammal vagy idővel jelzett különbségét.
- A megakadásjelenségek egy fajtája, az újrakezdés hasonlít az iterációhoz annyiban, hogy ebben az esetben is egy minta megismétlésére kerül sor. Spontán beszéd vizsgálatában ugyanakkor azt az új megfigyelést tettük, hogy ez a javító mechanizmus rekurzív tulajdonsággal bír: az újrakezdések ismétlésével a sótagkezdő F0 és intenzitás egyaránt emelkedik, azaz rekurzív módon az előző ismétlés eredményén hajtódik végre; ld. 4. ábra:



4. ábra: Az “aha-aha” (felső kép) és az “igen-igen” iterációk F0-görbéje

#### 4. A csoportosítás multimodális vizsgálata

A csoportosítás vizsgálatát kiterjesztettük a *vizuális prozódia* területére. Erre az adott lehetőséget, hogy gyermekek és felnőttek, valamint siketek körében olyan produkciós vizsgálatokat végeztünk, amelyekkel a gesztusok szerepét kívántuk tanulmányozni a mondatépítés területén, elsősorban a tagmondathatárokon, olvasott szövegen és spontán beszédben egyaránt. Ezen kísérletek eredményeként olyan korpuszokat hoztunk létre, amelyeket egyrészt nyelvészeti szempontból – tagmondathatárok jelölésével –, másrészt a vizuális prozódia szempontjából annotáltunk és kiértékelünk.

- Hét egyetemistával végeztünk olvasási feladatot központi beágyazásos mondatok alapján. Megállapítottuk, hogy az alapvető csoportosítási eszköz a beszéddallam volt, időtartammal csak opcionálisan jelöltek frázishatárt. Ugyancsak – ismereteink szerint a magyar nyelvre vonatkozóan elsőként tett megfigyeléseink alapján megállapítottuk, hogy a kiágyazásokat a beszéd általunk korábban leírt jellemzői mellett tendenciaszerűen arci vagy kézi gesztussal is jelöljük.
- Siketekkel végzett kísérleteink a hallókkal végzett kísérleteinket alátámasztják: a frázishatárokat gesztusokkal jelzik. Megfigyeltük, hogy bizonyos esetekben a szemöldök mozdulatával jelölték a beágyazás kezdetét és egyéb arci gesztussal (különösen a tekintettel) a beágyazás végét. A siketekkel való kísérletek – hazai viszonylatban feltehetően úttörő jellege miatt – nem kevés módszertani nehézséggel jártak és további kísérletek szükségesek ahhoz, hogy a vizsgált típusú mondat szerkesztés vizuális prozódiját kielégítően leírjuk. Ugyanakkor az eddigi megfigyeléseink összhangban vannak az egyébként ugyancsak újszerű és igen korlátozott nemzetközi kutatások eddigi megállapításaival.



## **2. Rekurzió a kommunikáció szerveződésében?**

Hauser-Chomsky-Fitch 2002-es tanulmánya éppúgy, mint a kompetencia-performancia dichotómia hagyományos felfogása szerint a kommunikáció nem része a grammatikának, mivel a nyelv ezen felfogás szerint alapvetően nem a kommunikációra jött létre. Miközben ennek a felfogásnak számos bírálója akad, kutatásaink során nem ennek a nézetnek a tarthatóságát vizsgáltuk, hanem azt, vajon megfigyelhetők-e rekurzív elemek a kommunikáció szerveződésében.

Azt a nézetet követtük, miszerint láthatóan egyes társalgási fordulók nem véletlenszerűen következnek egymás után, a társalgásnak összetett implicit szabályai vannak, s a társalgás dinamizmusa az interakció időbeli előrehaladásának függvényében változik (Verschueren 1998:37). Ezt a dinamizust a társalgás fordulóinak szerkezeti, formális vizsgálatával tudjuk leírni és magyarázni (Sacks és mtsai 1974).

Ezen megfontolásokat szem előtt tartva azt állapítottuk meg, hogy a társalgás során létrejönnek hierarchikus szerkezetek (mint kérdésekre adott válaszokat követő további, tisztázásra váró kérdések ágyazódnak be a társalgás struktúrájába). A társalgás szintjén megvalósuló beágyazások egyes megvalósulásai rekurzív természetűnek tekinthetők, mivel a társalgásban résztvevő felek az egyes fordulókból kibomló szomszédsági párok első tagjára reflektálva, az előző pár által megvalósított interakció eredményére új szomszédsági párokat nyitnak meg. Mindemellett ennek a folyamatnak jól körülhatárolható performanciakorlátai vannak. Ha feltesszük is, hogy a kommunikáció ilyen esetei a rekurzió eseteiként leírhatók, ez nem jelenti azt, hogy magát a kommunikációt a grammatika részének kell tekintenünk. E feltevés helyessége esetén ez annyit jelent, hogy a kommunikáció során is a kogníciónk alapvető eszköztárát használjuk, melynek része maga a rekurzió általános, műveletének feltehetően modalitásfüggetlen képessége is.

## **6. Multimodális korpuszok létrehozása az empirikus vizsgálatok alátámasztására**

A kutatáshoz felhasználtuk a projekt kutatói által egy további projekt keretében jelenleg kiépítés alatt áll első magyar – irányított spontán dialógusokat tartalmazó – multimodális korpuszt, a HuComTech Multimodális Korpuszt. A korpusz megtervezésénél figyelembe vettük az OTKA-projekt elméleti kiindulásának feltételeit. Így fontosnak tartottuk, hogy az alkalmas legyen a nyelvi rekurzió multimodális vizsgálatára is, azaz tartalmazzon beágyazásokat, beékeléseket, valamint iterációt a korpusz olvasott és spontán beszédet tartalmazó része is, emellett az anyag annotálva és így később adatbázisban elemezhető legyen. A korpusz tervezésekor az volt a cél, hogy egyaránt alkalmas legyen az akusztikus és vizuális gesztuskészlet-használat vizsgálatára, ezen belül a spontán beszéd akusztikus és vizuális prozódiai szerkezetének vizsgálatára, különös tekintettel a következő jelenségekre: beágyazások, beékelések, iterációk, illetve az adott tagmondatok társalgási funkcióinak megfelelő (fordulóátvétel, fordulóátadás és fordulómegtartás) prozódiai megvalósulásainak vizsgálatára, valamint mindezen kategóriák érzelmektől és formális/informális társalgási szituációtól függő változatainak a megfigyelésére. A többszintű, multimodális annotáció lehetővé teszi, hogy vizsgálatokat végezhessünk a különböző audió-szintek, modalítások, a verbális és nonverbális kommunikáció közötti átfedésekkel kapcsolatban. OTKA-pályázatunk számos, a spontán beszédre vonatkozó megfigyelését és eredményeit ezen korpusz tette lehetővé. A korpusz kérésre hozzáférhető az érdeklődők számára.

Az OTKA-pályázat tette ugyanakkor lehetővé, hogy e pályázat és lényegében a hazai nyelvtudomány számára is új területet nyissunk a rekurzió-kutatás számára: a jelnyelv vizsgálatát.

Ezen kutatási irány során nagy mennyiségű adatot gyűjtöttünk siket gyermekek, felsőbb osztályos iskolások, valamint felnőttek körében abból a célból, hogy a későbbiek során az univerzális grammatika kutatása számára is fontos anyagot gyűjtsünk. E kutatás során igyekeztünk minél nagyobb tapasztalatra szert tenni az anyaggyűjtés módszertanában, de egyben a jelnyelv, különösen a beágyazó mondat szerkesztés vonatkozásában is tettünk olyan, az előzőekben ismertetett kiinduló megfigyeléseket, amelyekre későbbi kutatásainkat is alapozhatjuk. A korpusz digitalizált videofelvételekből áll, amelyek jelen formájukban kérésre hozzáférhetők az érdeklődők számára.

## **II. A rekurzió interdiszciplináris vizsgálata a nyelvben: neurolingvisztikai alapok (NK 72461)**

### **1. A rekurzió az ép és a sérült nyelvtenban. A tudatelméleti következtetésekkel alkotott viszony**

A neurolingvisztikai kutatásaink középpontjában olyan empirikus vizsgálatok álltak, melyekben agrammatikus, anómikus és Wernicke-afáziás személyeket, enyhe és középsúlyos Alzheimer-kóros személyeket valamint ép személyeket vizsgáltunk többféle nyelvi és nem nyelvi tesztekben. A kiértékelt tesztelésekben 11 afáziás személy, 6 Alzheimer-kóros személy és 33 ép személy (kontrollként) vett részt.

A kutatás során lépéstől-lépésre jutottunk el egy hierarchikus és interaktív műveleti szinteket tartalmazó modellhez. A nyelvten egyetemes gazdaságossági elvéből indultunk ki (v.ö. Bánréti (2009)). Ép személyekkel, szerzett nyelvi zavarokat mutató afáziás személyekkel és az Alzheimer kór következtében fellépő nyelvi korlátozottságokkal élő személyekkel végeztünk nyelvi tesztek. Kimutattuk a mondattani-szerkezeti rekurzió nyelvi korlátozódásainak specifikus mintázatait. De az eredmények túlmutattak a mondattan keretein. Egyrészt elvezettek a nyelvi rekurzió egy másik szintjéhez: a lexikai rekurzió műveleteihez az összetett szavak megalkotásában. Másrészt elvezettek a szociális kognícióban alkalmazott tudatelméleti következtetések rekurzivitásának problémájához az afáziás és Alzheimer-kórral élő csoportoknál. A három vizsgálati csoport (ép, afáziás és Alzheimer-kórral élők) a tesztekben egymástól élesen eltérő teljesítménymintázatot nyújtott. Az eltérések egyrészt az ép állapot és a nyelvi korlátozottság valamint annak típusa és súlyossági foka tekintetében voltak értelmezhetők. Másrészt jól megragadható különbségeket találtunk abban, hogy a rekurzív műveletek mely szintje korlátozódik a nyelv keretein belül: a mondattani-szerkezeti vagy pedig a lexikai rekurzió, és mindezek miképpen viszonyulnak a szociális kognícióbeli tudatelméleti következtetések rekurzivitásához. Végül még egy területet érintettünk: kitekintés gyanánt mindhárom vizsgálati csoport néhány tagja esetében a számolási és számsoralkotási műveletekhez szükséges rekurzív műveletek elérhetőségét is teszteltük és az előbbiekkal összefüggő keretben értelmeztük. Az eredmények részletesebb összefoglalásaira ld.: Bánréti (2010a. és b.), Bánréti - Mészáros (2011), Bánréti (2011) és Bánréti (szerk). (2011) műveket.

#### **1.1. A mondattani rekurzió tesztjei**

A nyelvi rekurzivitás afáziabeli korlátozódásának vizsgálatára a mindennapi élet szituációit ábrázoló fényképek tartalmára vonatkozóan kérdéseket tettünk fel. A tesztben 208 fénykép volt. A feltett nyelvi kérdések szisztémáját magunk hoztuk létre. A kérdések négyféle szerkezeti típushoz tartoztak, melyek egymástól eltérő módon determinálják a lehetséges válaszok nyelvten tulajdonságait. Az 1. kérdéstípus (a képen látható *X mit csinál?* ) szemantikailag szorítja meg a

választ, cselekvésre referáló választ kíván. A 2. kérdéstípus (a képen látható *X mit utál/szeret/ akar... /délutánonként.../...a munkahelyén* ) és a 3. kérdéstípus (: a képen látható *X-nek mi lehet a legszórakoztatóbb / legkellemetlenebb / legsürgősebb / legfárasztóbb* stb.) a szerkezetileg illesztett válaszok tekintetében választási lehetőségeket hagy a rekurzív és a nem-rekurzív szerkezetű válaszok között, a tárgyi, illetve az alanyi rész tekintetében. A 4. kérdéstípus (a képen látható *X mit mondhat/mire gondolhat, X mire figyelmeztetheti/kérheti.... stb. Y-t?* ) esetében szerkezetileg illesztett válasz a rekurzív tagmondat beágyazás lehet, amely alárendelő kötőszóval kezdődik.

A válaszok megoszlásának elemzése számunkra meglepő eredménnyel járt. Azt vártuk, hogy a mondattani szerkezetek rekurzív építését kívánó, 4. kérdéstípus bizonyul a legnehezebbnek. Ám a válaszok mintázatai azt mutatták, hogy a 2. és 3. kérdéstípus valamennyi afáziás személy számára nehezebb volt, mint az 1. és a 4. kérdéstípus. Továbbá a grammatikus válaszok arányait tekintve, a 4. kérdéstípus, vagy könnyebb vagy pedig hasonló nehézségű volt, mint az 1. kérdéstípus. Miképp lehetséges, hogy azok a kérdések, melyek a válaszok számára szerkezeti alternatívákat kínáltak (2. és 3. kérdéstípus) rosszabb teljesítményt váltottak ki, mint a válasz tekintetében csak szemantikai megszorítást adó 1. kérdéstípus és a rekurzív tagmondat-beágyazásos szerkezetet megkívánó, 4. kérdéstípus? A 4. kérdéstípusnál tapasztalt teljesítmény miképpen haladhatja meg több személynél is az 1. kérdéstípusnál mutatottat?

A vizsgálati személyek csoportjai által az egyes kérdéstípusokra adott válaszok szintaktikai-szerkezeti és szemantikai elemzése a következő eredményre vezettek. A 2. és a 3. kérdéstípusnál mutatott teljesítményromlás jegyei és a válaszokban alkalmazott szintaktikai-szerkezeti kategóriák tükrözték azokat a szintaktikai és lexikai korlátozottságokat, melyek a Broca, a Wernicke és az anómikus afáziákat specifikusan jellemzik. A 2. és a 3. kérdéstípusra egyik csoport sem adott mondattani rekurziót tartalmazó választ. A 4. kérdéstípus a rekurzív tagmondat beágyazást tartalmazó választ igényelt, de az agrammatikus (Broca) afáziások a szintaktikai-szerkezeti rekurziót tartalmazó választ kikerülték, a mondattani rekurzió elvégzése erősen korlátozott volt számukra. Mégis, viszonylag jó teljesítményt nyújtottak. Ezt úgy érték el, hogy olyan kijelentéseket produkáltak, melyek nem leíró jellegűek voltak, hanem a kérdés témáját adó fényképen szereplő egyik személy nézőpontját jelenítették meg, vagyis azt, hogy milyen lehet a „tudatállapota”, és mintegy az illető nevében válaszoltak. Ezeket szituatív mondatoknak nevezzük. Közös bennük, hogy az ige inflexiója nem 3. személy, hanem 1. személy (vagy a szituációbeli partnerre utaláskor 2. személy), valamint az, hogy jelentés nem leíró jellegű, mivel a képi szereplő gondolatát, mentális állapotát **első személyben** jelenítik meg. A szituatív mondatok produkcióját a **rekurzív tudatelméleti következtetés** nyelvi kódolásának tekintjük. A vizsgálati személyek - azon túl, hogy önmagukat mások mentális állapotára következtetni képesnek tartották -, úgy tekintettek más személyekre (pld. képeken szereplőkre), hogy azok további, (harmadik) személyek mentális állapotaira tudnak következtetni. Ekképp rekurzív konstrukcióhoz jutunk. A szituatív mondatok nem valódi „idézetek”, hiszen nem hangzottak el ténylegesen, nem is pusztán következtetések leírásai („*ő* a képen mit gondol”), hanem a vizsgálati személyek önmagukat projektálták a kép szereplőinek állapotába (*én* -- x,y helyzetébe helyezkedve -- azt gondolom”).

Példák:

A képen: *A lány megmutatja a sebét a fiúnak* Kérdés: *Vajon mire gondol a fiú?*



Wernicke afáziás személy válasza: *Mingyá rosszul leszek.*

Példa egy lehetséges rekurzív válaszra: *Arra gondol, hogy mindjárt rosszul lesz.*

A képen: *A fiú felébreszti a lányt.*



Kérdés: *Mit mondhat a fiú a lánynak?*

Broca afáziás személy válasza: *Azt mondja, hogy.... ..hé, te miért vagy szomorú?.... Nagyon fáj a fejem* például?

Példa egy lehetséges rekurzív válaszra: *Megkérdezi, hogy miért szomorú.*

Azt találtuk, hogy a Broca afáziások tudatelméleti következtetései korrektek voltak, a kép szereplői tudatállapotait illetően. Másfelől, a szituatív mondatok alkalmazása azért is sikeres stratégia volt, mert nagyon magas arányban voltak köztük a nyelvtanilag hibátlan mondatok. Ezért amellettt érvelünk, hogy míg a mondattani rekurzió erősen korlátozódott, addig a rekurzív tudatelméleti következtetései (egyszerű szituatív mondatokban történő kifejezései) épek maradtak. A Wernicke és az anómikus afáziások is produkáltak szituatív mondatokat, csak sokkal csekélyebb arányban mint a Broca afáziások. A szintaktikai-szerkezeti rekurzió és a tudatelméleti következtetések szétválása tehát a Wernicke- és az anómikus afáziában kevésbé tapasztalható, ami összhangban áll azokkal a megfigyelésekkel, melyek a szintaktikai folyamatok korlátozódását elsősorban a Broca-afáziához kötik, míg a Wernicke-afázia, valamint az anómikus afázia grammatikai hibáit a lexikai folyamatok sérülése következményeinek tekintik. Rámutattunk arra,

hogy az agrammatikus Broca-afáziások válaszaikban a rekurzív tudatelméleti következtetéseket (azok tartalmát hordozó szituatív mondatokat) javító, kompenzáló stratégiaként alkalmazzák a szintaktikai-szerkezeti rekurzió elkerülésére. A szituatív mondatokkal adott válaszok akkor jelennek meg nagyszámban, amikor a kérdés mondattani-szerkezeti rekurziót tartalmazó választ kíván. Részletesebb kifejtésre ld. Bánréti-Mészáros (2011), Bánréti (2011) műveket.

A körvonalazott eredményt alátámasztotta egy esettanulmány is, mely az egyik Broca-afázis felépülési folyamatainak nyelvi oldalát vizsgálta 1 év során 4 különböző alkalommal felvett tesztekben nyújtott teljesítmény alapján. Azt találtuk, hogy az állapotjavulás során az afázis számára fokozatosan elérhetővé vált az *egyeztetés* alapvető nyelvtani elvének alkalmazása. Ezzel párhuzamosan a szintaktikai rekurzió visszaépülését/felépülését tapasztaltuk. A 3. teszt időpontjától kezdve a vizsgálati személy válaszaiban megjelentek a rekurzív mondattani szerkezetek, és ezzel párhuzamosan csökkent a válaszokban a tudatelméleti tartalmakat kifejező szituatív mondatok aránya, majd ezek a folyamat végére eltűntek, felváltja a szintaktikai-szerkezeti rekurzió használatának preferenciája. A változás nem elszigetelt, párhuzamosan halad az egyre komplexebb szintaktikai szerkezetek használatával. Az esetleírás megerősíti azon feltételezésünket, hogy a 4. kérdéstípusnál kapott válaszmintázatokat, nevezetesen a szituatív mondatok nagy mennyiségét a nyelvi szintaktikai-szerkezeti rekurzió afáziabeli korlátozottsága és ennek az afázis személy általi „kezelése”, kompenzálása okozhatja. Részletesen kifejtve: Mészáros-Bánréti (2011).

A vázolt megfigyeléseink valószínűsítik, hogy a szintaktikai-szerkezeti rekurzió és a tudatelméleti műveletekben jelen levő rekurzió nem azonosak, de nem is függetlenek egymástól. A hiedelmekbe beágyazott hiedelmeket számos nyelvben rekurzív szintaktikai szerkezet kódolja. Ilyen esetekben a nyelvi-szerkezeti rekurzió nem forrása a rekurzív tudatelméleti következtetésnek, hanem a kontrollálója lehet: például a szintaktikai alárendelő-beágyazó forma, a személy-számjegyek, az időjegyek és más nyelvi vonások együttesen teszik explicitté a beszélő és a hallgató számára a perspektíva kiválasztását, melyekből nézve a mentális állapotok megjelenítettek. Az afázis nyelvi korlátozottság adatai viszont azt mutatják, hogy felnőtt beszélőknél a rekurzív tudatelméleti következtetés a nyelvi rekurzió nélkül is produkálható, ezt a tesztkérdéshez és a nézett képhez kapcsolódó, nem-leíró kijelentések, szituatív mondatok közvetítik. A kontextusban a szituatív mondatok jelentése és nyelvtani jegyei megjelölnek, hogy kinek, mely nézőpontja jelenik meg. Vagyis, a rekurzív tudatelméleti következtetéshez is társul nyelvi kontroll. Ám ez szintaktikai szempontból nagyon egyszerű nyelvi alrendszer (rövid, olykor fragmentizált mondatok első személyben). Ehhez az egyszerű nyelvi kontrollhoz akkor fordult az afáziások egy része, amikor a szintaktikai-szerkezeti rekurzió műveletét próbálta elkerülni úgy, hogy **felcserélte** a leíró nézőpontot egy képen látott szereplő nézőpontjára és az utóbbit közvetítette a szituatív mondat formájával és jelentésével. A megváltoztatott nézőpont és nyelvi kontrollójaként a szituatív mondatok **interakcióban** állnak a szerkezeti rekurzió elkerülésével. Valószínűsítjük, hogy az ilyen viszony alapját egy közös rekurzió modul szolgáltatja, amely a nyelvi-szintaktikai és a nem-nyelvi tudatelméleti folyamatok számára egyaránt, interaktív módon elérhető. Részletek: Bánréti (2010a. és b.) valamint Bánréti-Mészáros (2011) művekben

## 1.2. Az Alzheimer kórral élő személyek vizsgálatának tanulságai

A fent körvonalazottak érvényessége mellett szól az, hogy fordított disszociációt is lehet találni. Alzheimer-kóros személyeknél – ahol az afáziától eltérően -- a nyelv csak fokozatosan válik érintetté a kór kiterjedése függvényében, azt vizsgáltuk, miképpen érintettek a nyelv szerkezet-beágyazó műveletei és a rekurzív tudatelméleti következtetések. Azt az eredményt kaptuk, hogy – szemben az agrammatikus afáziával -- az Alzheimer-kór enyhe és középsúlyos szakaszában a

szintaktikai-szerkezeti rekurziót mutató tagmondat-beágyazások műveletei épek maradnak (tudniillik a mondattani szerkezetük). Másfelől a kór középsúlyos szakaszára a rekurzív tudatelméleti következtetések képessége korlátozódik. A középsúlyos Alzheimer-kóros személyek elkerülik a tudatelméleti következtetések tartalmait hordozó szituatív mondatokat, és a más személyeknek tulajdonított szándékokat illetően téves válaszokat is adnak. Egy példa középsúlyos Alzheimer kórral élő személytől:

A képen: *A lány megmutatja a sebét a fiúnak*



Kérdés: *Vajon mit gondol a fiú?*

Alzheimer kórral élő személy: *Hát, nem tudom, azt, hogy ilyen nagyra akar nőni ő is.*  
(A képen a fiú kisebb, mint a lány!).

A középsúlyos Alzheimer kórral élő személyeknél azt találtuk, hogy olykor közvetett módon, egyes szám harmadik személyben még képesek szándéktulajdonításra, de önmaguknak egy másik személy állapotába történő projekciója hiányzik. Ezt alátámasztják a másodrendű hamisvélekedés tesztben nyert eredmények is, ugyanis helytelen válaszokat adtak a hamis vélekedés kérdésére.

A középsúlyos Alzheimer-kórban az ép szintaktikai-szerkezeti rekurzió és a korlátozott tudatelméleti következtetések, másfelől az agrammatikus Broca-afáziában a korlátozott szintaktikai-szerkezeti rekurzió és az ép tudatelméleti következtetések a kettős (dupla) disszociáció mintázatát mutatják. Ez támogatja azokat az elméleteket, melyek -- a felnőttkor időszakában -- a kettő egymástól való elkülönültségét tételezik fel. A részletekre ld. Hoffmann - Bánréti – Mészáros - Szücs (2011) tanulmányát.

## 2. A lexikai rekurzió vizsgálata

Megvizsgáltuk a **lexikai rekurzió** folyamatait is. Ezt az összetett szavak produktív és rekurzív konstruálását kívánó tesztekkel végeztük el. A tesztekben célszavak szerepeltek, melyeknek a második, de mindenképpen a harmadik (és negyedik) tagjuk, tehát a jobbszélső alaptagjuk: deverbális, -ó/-őképzős tag. Ez támogatja az összetett szó rekurzív építését, mert bővítményeként veszi fel a tőle balra álló szavakat. Amikor az endocentrikus összetétel kettőnél több tagból áll, akkor is mintegy „kettesével” illesztjük őket össze: (((víz+vezeték)+szerelő)+oktató). A tesztekben tehát olyan összetett célszavak szerepeltek, melyeknek relatív, illetve abszolút alaptagja -ó/-őképzős tag. Ez alaptagként mindig a bővítményétől jobbra van

Az alaptagként felhasznált szavak (*szerelő, irtó, vágó, tároló*, stb.) azt a szemantikai sémát követik, melyben az előzmény szónak a **páciensszemantikai** (thematikus) viszonyában kell lennie

az -ó/-ő képzős alaptaggal. Eszerint adódik az összetett szó jelentésének olvasata. A séma maga csak annyit mond, hogy vannak XY összetételek, amelyekben a fent leírt viszony áll fenn (X páciense Y-nak). A létrejött alakzatot (XY)-t egységnek tekintve az (XY)+Z összetételben az (XY) és a Z között is hasonló lehet a viszony. Ily módon létrejöhet egy (XYZ) lexikai egység, amelyhez egy W elem csatlakozhat ((XYZ)+W) és így tovább. Az ilyen műveleteket tekintjük **lexikai rekurzióknak**.

Alapvetően a kétutas hozzáférés modelljében gondolkodtunk, miszerint a produktív alakokat szabályok hozzák létre, a nem produktív, szemantikailag nem transzparens alakok viszont a lexikonban tárolódnak. (De szabályos alakok is tárolódhatnak egészlegesen, ha gyakran használjuk őket). tesztben a következőképpen kezeltük ezt a kérdést. A vizsgálati személyeknek élethelyzeteket ábrázoló képek kontextusában, verbális kérdésekre válaszul 2 tagú, 3 tagú majd 4 tagú összetett szavakat kellett alkotniuk. Az összetett szavak rekurzív építésére vonatkozó képességeik felmérésekor a 2 tagú összetett szavaknál nyújtott teljesítményüket automatikusan úgy tekintettük, mint egészlegesen lexikalizált egységek aktivációjában elért eredményt. Csakis a 3 és a 4 tagú szóösszetételek alkotásában nyújtott teljesítményüket tekintettük relevánsnak a rekurzív képességeik szempontjából. A 3 és a 4 tagú összetételek esetében igyekeztünk olyan ingeranyagot adni, amely ténylegesen megkívánja az összetett szó rekurzív építését. A megcélzott összetett szó gyakoriságának jegyeit is figyelembe vettük az eredmények kiértékelésében. Egy példa a tesztből:

Kép1



Az elhangzó állítás, utána a kérdés:

Ez forralja a vizet. Mi ez?

Várt válasz: → *vízforraló*

Kép2:



Az elhangzó állítás, utána a kérdés:

Ez a szer tisztítja a vízforralót. Mi lehet a neve?

Várt válasz: → *vízforraló-tisztító*

Kép3:



Az elhangzó állítás, utána a kérdés:

Ezzel adagolják a vízforraló-tisztítót. Mi lehet a neve?

Várt válasz: → *vízforralótisztító-adagoló*

A tesztekben egy Broca afáziás, egy vezetékes afáziás, két anómikus afáziás, két Alzheimer kórral élő személy (egy enyhe és egy középsúlyos) valamint tíz kontroll személy vett részt. Együttal velük megismételtük a fent vázolt mondat-rekurzió teszteket is, hogy a szintaktikai-szerkezeti és a lexikai rekurziót illető teljesítményeik összevethetők legyenek.

A kapott válaszokat a következő kategóriákba soroltuk:

- a) A célszó sikeres produkciója (pld. *kottatartó-lakkozó*)
- b) Hiányos célszó: az elvárt összetett szó valamely eleme hiányzik (*lakkozó kottatartó-lakkozó*)
- c) Hiperonima/szinonima: az összetett szó helyett más (főlé- vagy mellérendelt) lexikai egység produkciója (*látszerésza napszemüveg-tervezőhelyett*)
- d) Szerkezet, ha az összetett szó helyett frázisszerkezetet (pld. birtokos szerkezetet) használ (*a napszemüvegnek a tervezőjea napszemüveg-tervezőhelyett*)
- e) Mondat, ha az összetett szó helyett mondattal válaszol (*Takarítja a játszóteret és a hintát., játszótér-takarítóhelyett*)

A normál kontroll személyek a 2 tagú összetételeknél nem adtak hibás választ. A 3 és 4 tagú összetételeknél a hibák **nem**agrammatikus szókonstrukciókból és nem fragmentumokból álltak, hanem valamelyik relatív alaptagot érintették, melyet kihagytak vagy megváltoztattak.

A nyelvi korlátozódás érintette a rekurzív műveleteket mind az afáziás mind az Alzheimer kórral élő személyeknél. Voltak közös vonások. Így a csak részben produkált összetett szavakban az abszolút alaptag megtartása univerzálisan működött, ha történt közvetlen kísérlet az összetett célszó produkciójára, akkor bármely elem kieshet az összetett szóból, de az abszolút deverbális alaptag megmaradt.

Az afáziás és Alzheimer-kóros (AK) személyek eredményei között eltérések mutatkoztak egyrészt a korlátozódás mértékét tekintve, másrészt a helyettesítő stratégiákat tekintve is. AK-ban a 3 összetételi tagnál lényegesen magasabb a produkált célszavak aránya az afáziásokhoz képest, ami a rekurzív lexikai szerkesztés viszonylag ép működésére enged következtetni. Azonban ez a fajta különbség csak a 3 tagú összetételeknél van, a 4 tagúaknál már eltűnik. A többszörös lexikai rekurziót kívánó szerkezeteknél már korlátozott a szóépítés.

Két fő stratégia figyelhető meg: a lexikonban való keresés (a fenti c)választípus) az afáziások egyik csoportjára jellemző, míg a szintaxisba „kilépés” (a fenti d), e)választípusok) az afáziások másik csoportjára, valamint az Alzheimer-kóros személyekre jellemző

Az afáziások két csoportot képeztek válaszmintázataik tekintetében. Az anómikus afáziások a lexikai rekurziót illetően súlyos korlátozottságot mutattak. Olyan javító stratégiával próbálkoztak,



amely az összetett célszavak megépítése helyett a „*szintaxisba kilépés*” műveleteit tartalmazta, azaz, a komplex összetett szavak előállítás helyett mondatokat vagy szó szerkezeteket produkáltak. Ugyanezek az anómikus afáziás személyek a mondattani teszt 4. kérdéstípusánál a rekurzív műveleteket annyiban voltak képesek alkalmazni, mely szerint a *hog*y kötőszóval bevezetett **szituatív** mondataik mind grammatikusak voltak, ezzel szemben az ugyancsak *hog*y kötőszóval bevezetett, **leíró** tagmondataiknak már csak kevesebb mint a fele volt grammatikus. Épek tehát a tudatelméleti képességeik és a rekurzív mondattani műveleteknek azok a formái, amelyek közvetlenül kapcsolódnak a tudatelméleti következtetésekhez. Ehhez társult a lexikai rekurzió súlyos deficitje. Vagyis, az összetett szó produktív építése helyett a *szintaxisba kilépés* kompenzáló stratégiát követő, anómikus afáziásoknál a lexikai rekurzív műveletek sérültebbeknek mutatkoztak, mint a mondattani rekurzió, az utóbbi elérhető volt akkor, ha tudatelméleti következtetéseknek adott nyelvi formát.

A másik afáziás csoportot a Broca- és a vezetékes afáziások adták. A lexikai rekurzióra, az összetett szavak produktív és rekurzív építését kívánó feladatokra a *lexikai keresés* stratégiájával reagáltak: az összetett célszavak helyett azok egyszerű szinonimáját vagy a hiperonim jelentésű szót részesítették előnyben. A mondattani teszt 4. kérdéstípusánál az ő válaszaikban a rekurziót kikerülő, **puszta** szituatív mondatok a preferáltak, ezek tartalma mutatja, hogy épek a tudatelméleti következtetések. Viszont deficitet mutatnak a lexikai rekurzív műveletek (az összetett szavak produktív építése) és korlátozottak a mondattani rekurzív műveletek. Az összetett szó produktív építése helyett a *lexikai keresés* stratégiáját követő Broca- és a vezetékes afáziások esetében -- a készen tárolt lexikai egységek elérhetősége mellett -- a produktívan alkalmazandó lexikai rekurzió deficitje enyhébben, de megjelent és erősen érzékeny volt a megépítendő összetett szó komplexitására. Emellett épek voltak a tudatelméleti következtetések, és erősen korlátozottak a mondattani rekurzív műveletek.

Az Alzheimer-kóros személyek az összetett szavak produktív és rekurzív építésében a *szintaxisba kilépés* stratégiáját erőteljesen preferálták. A lexikai rekurzív szabályok a 3 tagú összetett szavakig viszonylagosan épen maradtak, a célszó komplexitásának növekedése a *szintaxisba kilépés* stratégiáját váltotta ki és nem a *lexikai keresés*-t. Az enyhe Alzheimer-kórban nem találtuk jelét a rekurzív tudatelméleti következtetés korlátozódásának, szemben a középsúlyos szakasszal, ahol ezt a képességet tévesen használták a válaszokban, és a puszta szituatív mondatok alkalmazását elkerülték. Ezek helyén leíró jellegű, rekurzív mondat szerkezetek jelennek meg. A középsúlyos Alzheimer-kórral élő személyeknél a nyelvi rekurzió és a tudatelméleti tartalmak szétválnak. A részletekre ld. Bánréti – Szűcs - Mészáros (2011) művét.

### 3. Következtetések: a rekurzív műveletek hierarchiájának modellje

A fent körvonalazott vizsgálatok megmutatták, hogy az összetett szó rekurzív építésének deficitjéből nem következik a mondattani rekurzió deficitje, és fordítva, a mondattani rekurzió korlátozottsága nem eredményezi automatikusan az összetett szó rekurzív építésének deficitjét. A szóösszetétel eredményező rekurzió alapja egy produktív szemantikai konstrukció és nem a szintaktikai szabály. A lexikai ó során az egyes szavak közti reláció jelölőjét nem a szintaxis biztosítja (sőt, éppen el kell „nyomni” a szintaktikai jelölőket, mint pld. a finit igeformát és az esetragot). A lexikai rekurzió alapja a konstrukciós séma megismétlése. Ugyanakkor maga a lexikai rekurzió művelete egyfajta „saját” szintaxissal rendelkezik, éppen ezt mutatja produktivitása.

Az említett tesztekben észlelt produkciós különbségeket az magyarázhatja, hogy nem egyetlen rekurzív művelet különféle nyelvi szinteken történő alkalmazása sérülhet vagy maradhat épen, hanem nyelvtani alrendszerrekhez **kötött** rekurzív műveletek érintettek, melyek szelektíven korlátozódhatnak. Azt is láttuk, hogy ezek a műveletek nem függetlenek egymástól, hiszen az egyik

sérülése kiváltja a másik helyettesítő felhasználását, javító stratégiaként. A tudatelméleti következtetésekben megnyilvánuló rekurzív műveletek szintén disszociálódhatnak, elválhatnak mind a mondattani, mind a szóösszetételbeli rekurzivitástól. De ez a három műveletcsoport sem független egymástól. Mindháromra azt találtuk, hogy amennyiben egyikük korlátozódik, akkor egy másik, ugyancsak rekurziót tartalmazó műveletosztály jelenik meg, javító, kompenzáló stratégiák részeként. A szóépítésbeli rekurzió korlátozódása esetén a szintaxisba kilépés, a szintaktikai rekurzió korlátozódása esetén a rekurzív tudatelméleti következtetések „túlhasználata” egyszerű nyelvi formákban, valamint a tudatelméleti képességek korlátozódása esetén a leíró, rekurzív mondattani szerkezetek „túlhasználata” jelenik meg. Ezek az összefüggések valószínűsítik, hogy a fenti műveletek ugyan alrendszer-specifikusak, de nem egy szigorú modularitással bíró kognitív rendszer moduljainak részei, mert akkor nem lehetne őket kölcsönös, „egymást javító” stratégiákban alkalmazni. Inkább azon feltételezés mellett adalékoknak tekintjük őket, mely szerint az emberi elme általánosságban rendelkezik a rekurzív műveletek képességével, és ennek az általános képességnek specifikus megjelenéseit találjuk különféle kognitív rendszerek szabályaiban. Fontos körülmény az is, hogy vannak olyan, elvileg lehetséges, javító kompenzáló stratégiák, melyek vizsgálatainkban nem jelentek meg. Így a rekurzív tudatelméleti következtetések korlátozódásakor nem talákoztunk összetett szavak rekurzív, produktív építésével javító stratégiaként, és a mondattani-szerkezeti rekurzió korlátozódása esetében sem talákoztunk összetett szavak rekurzív konstrukciójával, csak „készben tárolt”, egyszerű szavak használatával, javító stratégiaként. A téves vagy korlátozott tudatelméleti képességek alkalmazása nagy valószínűséggel determinálja egy tagmondat személy- szám- és időjegyeit, de nem írja szükségképpen elő azt, hogy ennek a tagmondatnak rekurzívan beágyazott tagmondatnak kell lennie. Az

összetett szó konstruálása → rekurzív mondatszerkezet és

rekurzív mondatszerkezet → rekurzív tudatelméleti következtetések

relációkat tekintve azt találtuk, hogy a relációk baloldalán található konstrukciók rekurzív műveleteinek deficitje esetén a jobboldalon található konstrukciók rekurzív műveletei használhatók fel javító stratégia részeként. Lényeges, hogy a fenti nyilak iránya nem fordítható meg. A tesztjeinkben talált disszociációkhoz ily módon a rekurzív műveletek egy empirikusan motivált hierarchiáját tudjuk társítani, ahol a hierarchia egyik szintje és az azt közvetlenül domináló másik szintje interakcióban állnak egymással, de ez a viszony nem tranzitív. Fontos azt is megjegyeznünk, hogy az interaktivitás kifejezetten a rekurzió műveleteire vonatkozik és nem általában az érintett nyelvi szintekre. Például a mondattani szabályok „nem látnak bele” az összetett szavakba, az utóbbiak egyetlen egységként viselkednek a mondatszintaxis számára, a tudatelméleti következtetések tartalmait pedig nem kell szükségképpen nyelvi formákban kódolni. Részletekre ld.: Bánréti (szerk.) (2011).

#### **4. Kitekintés a számolási műveletek rekurzív alkalmazására**

Kitekintésként, egy „pilot study” keretében, a rekurzív műveletek végzésének lehetséges korlátozódását számolási, aritmetikai feladatokat tartalmazó tesztekben is megvizsgáltuk. Abból indultunk ki, hogy az aritmetikai műveletek elvégzésének egyik feltétele a szerkezeti viszonyokra vonatkozó érzékenység és a rekurzió műveletére vonatkozó képesség. Ezért két agrammatikus afáziás és egy közepesúlyos Alzheimer-kórral élő személy, továbbá két ép, kontroll személy esetében teszteltük számolási, aritmetikai teljesítményüket. A számszimbólumok értésén, az alapműveletek végzésén valamint a mennyiségfogalmak, a mennyiségek megbecslésének képességein túl elsősorban arra voltunk kíváncsiak, hogy a számtani műveletek sorához tartozó szerkezeti jegyekre,

a zárójelek képezte számolási-műveleti beágyazásokra, és a számsorok végtelen rekurzivitására vonatkozóan mennyire tartották meg érzékenységüket a vizsgálati személyek.

Azt találtuk, hogy az agrammatikus afázia és annak súlyossági foka erősen érintette, illetve korlátozta az elvégezhető számolási műveletek összetettségét, de épen hagyta a mennyiségek egymáshoz viszonyított becslésének képességét és a rekurzív számsorok generálására, valamint a rekurzív számolási műveletek megépítésére vonatkozó képességet. A rekurzív számsorok és a 4 tagú számolási műveletekre helyezett, beágyazásokat létrehozó zárójelek képezte műveleti hierarchia a súlyos Broca-afáziában sémaként, konstrukcióként maradt meg, az enyhébb Broca-afáziában pedig aktuális értékekre kiszámolható műveletekként.

A közép súlyos Alzheimer-kórban a becslés feladata, a számok végtelenségének fogalma és a zárójeles beágyazások létrehozása egyaránt erősen korlátozottak. Viszont agrammatikus afáziában ezek a műveletek jól megtartottak. Nem sérülnek agrammatikus afáziában az alpműveletek, miközben a közép súlyos Alzheimer-kórban ezek is korlátozottan működnek.

Ezek a disszociációk különösen annak fényében érdekesek, hogy a Broca-afázia körülményei között a verbális nyelvi szintaktikai rekurzió korlátozottságát és a rekurzív tudatelméleti következtetések épségét, míg az Alzheimer-kórban ennek fordítottját: a nyelvi-szintaktikai rekurzióban nyújtott jó teljesítményt és tudatelméleti következtetések korlátozottságát találtuk. Ezek a szétválások újabb dimenzióval egészülhetnek ki, mivel az aritmetikai műveleteknél a komplexitási hatás mellett, az agrammatikus Broca-afáziában megőrzött a mennyiségek egymáshoz viszonyított becslése, valamint a rekurzív számsorok és rekurzív, zárójeles műveletek generálásának képessége, míg ugyanez a közép súlyos Alzheimer-kórban korlátozott. A súlyos Broca-afáziában a rekurzió mint műveleti séma, az enyhe Broca-afáziában mint szerkezetben elvégezhető aktuális művelet volt elérhető. A részletekre ld. Bánréti – Hoffman - Örley (2011).

## 5. A neurolingvisztikai kutatások összefoglalása

A neurolingvisztika kutatásainkat természetesen más nyelveken nyert adatokkal történő, további összevetésekkel és újabb vizsgálati csoportok bevonásával fejleszthetjük tovább. Rendkívül fontosak a pszichofiziológiai kutatások eredményei, vö. erre Hevesi – Honbolygó – Török – Bánréti – Hunyadi - Csépe (2010) eredményeit. Az eddigiek alapján a következő hipotézist állítjuk fel:

A természetes nyelv egyes szintjein található rekurzív műveletek hierarchiát alkotnak, ahol a hierarchia egyik szintje és az azt közvetlenül domináló másik szintje interakcióban állnak egymással. Az interaktív viszony alapul szolgál olyan javító stratégiáknak, melyek adott szint rekurzív műveletei deficitje esetén a következő (interaktív) szint rekurzív műveleteit használják fel javító stratégiaként. Hangsúlyoztuk, hogy az interaktivitás a rekurzió műveletére vonatkozik és nem általában az érintett nyelvi szintekre.

Amint azt Bánréti (szerk.) (2011) tanulmányai bemutatják, kísérleteinkben a vizsgált nyelvi és a nem-nyelvi rekurzív műveletek változatos szétválásait, disszociációit találtuk. Egyfelől a vázolt javító stratégiák, másfelől az, hogy az összes vizsgált nyelvi és kognitív korlátozottság feltételei között találtunk működőképes rekurzív műveletet is, olyan elméleti modellt valószínűsítene, melynél a nyelvi, a tudatelméleti és a számolási folyamatok számára létezik egy közös rekurzív műveleti modul az elmében. Ez a rekurzió modul Alzheimer-kórban korlátozottan elérhető a tudatelméleti és a számolási rendszerek számára, de elérhető a nyelvi szerkezetek reprezentációinak, míg az agrammatikus afáziában a nyelvi szerkezetek reprezentációi lekapcsolódhatnak a rekurzió modulról, miközben a tudatelméleti és a számolási rendszerek elérhetik azt.

### III. *A rekurzió interdiszciplináris vizsgálata a nyelvben: pszichológiai alapok (K1A72465)*

„A rekurzió interdiszciplináris vizsgálata a nyelvben” témában végzett kutatásaink kezdetekor csupán néhány olyan elméleti tanulmányra és a nyelvészetben szokásos módszerrel végzett, ugyancsak csekély számú empirikus vizsgálatra támaszkodhattunk, amely arra utalt, hogy az a nyelvészetben széles körben elterjedt nézet, miszerint a prozódiaiban nincs rekurzió, további bizonyítást igényel. Érdeklődésünk középpontjában a beszéd percepciójának és produkciójának azon kérdései álltak, amelyek a prozódia pszichológiai realitását érintik, azaz azt, hogy vannak-e a prozódiaiban olyan rekurzív elemei, amelyek szabályként működnek, s a prozódia absztrakt reprezentációjának összetevői. A nyelvészeti kutatások áttekintése során csupán támpontokat nyertünk arra vonatkozóan, hogy melyek a prozódiai rekurzióhoz azok a lehetséges összetevői, amelyek a nyelvi feldolgozásban automatizáltak, a feldolgozást erőfeszítés nélkül olyan akusztikus kulcsokkal és szabályokkal támogatja, amely az élőbeszéd értelmezésében támpontot jelent. Feltételeztük, hogy a prozódiai rekurzió lehetőségét is elvető, erősen ható nyelvészeti elméletek egy multidiszciplináris eszköztár segítségével cáfolható, s ha igen az ennek a nyelvfejlődésben betöltött szerepe is vizsgálhatóvá válik majd.

Hauser, Chomsky és Fitch (2002) tanulmányára munkáink kezdetekor elméleti keretként és empirikus kiindulásként hivatkoztunk, a pályázati munka végén viszont ez a publikáció sokkal inkább apropója, mint vonatkoztatási kerete az empirikus adatokra épülő új prozódia modellünknek. A neves szerzők sokszor idézett Science cikkükben nem kevesebbet állítanak, mint azt, hogy akkor rekurzív egy jelenség, ha az jellemzi, hogy véges számú elemből végtelen számú variációt hozunk létre. Már kutatásaink megtervezésekor is egyetértettünk azzal a megállapítással, hogy a rekurziós képesség nem nyelv-specifikus, sőt olyan a kognitív működésekre jellemző terület-általános és –specifikus folyamatok interakciói jellemzik, amelyek modalitás-függetlenek. A szerzők és nagy többségben lévő követőik is úgy vélik, hogy számos kognitív folyamatra jellemző a rekurzió (számokkal kapcsolatos műveletek), ám a prozódiaira ez nem lehet érvényes, hiszen csak véges számú lehet a rekurziók száma. Bánréti Zoltán és munkacsoportjának a konzorciális pályázatban végzett kutatásai azt mutatják, hogy a szintaxis szintjén elvileg végtelen a rekurzió – jóllehet ez elméleti és nem a beszédben és írásban használható végtelen mélység – a nyelvi megvalósulásban ennek korlátai vannak. Ebben tehát a szintaktika nem különbözik a prozodiától. Ugyanakkor érdemes azt a kérdést is feltennünk, hogy a szintaxisnak számos idegtudományi vizsgálatban kimutatott eredményei magyarázzák-e a szintaktikai rekurzió korlátozódását az agyi funkciók jelentős változásával járó esetekben. Úgy tűnik igen, hiszen ezek korlátozódása az agrammatikus Broca afáziásokat kiemelten jellemzi.

A pszichológiai és idegtudományi megközelítés új, a pszichológiában és a nyelvészetben is elterjedten használt módszernél (pl. jelölőktől származó adatok) megbízhatóbb, stabilabban interpretálható eredményeket, s egyben meglepő, a pályázat megtervezésekor nem várt eredményeket hozott. Jelen beszámolóban az eredeti kutatási tervre támaszkodva, ám attól részben eltérő, a vizsgált jelenségeket jobban és átfogóbban jelölő címekhez kötve mutatjuk be a kutatások interdiszciplináris alapjait, valamint a prozódiai rekurzió kurrens elméleteinek, a módszereknek, s a kapott empirikus adatoknak az illesztésére tett próbálkozásaink eredményeit. Lényeges kiindulópontunk az volt, hogy a feltételezett modalitás-specifikus és absztrakt mintázatok viszonya a viselkedéses és elektrofiziológiai módszerek kombinációjával, illetve egymásra építésével követhető a legjobban. Ezek eredményeit értékelve törekedtünk a nyelvészeti, pszichológiai és

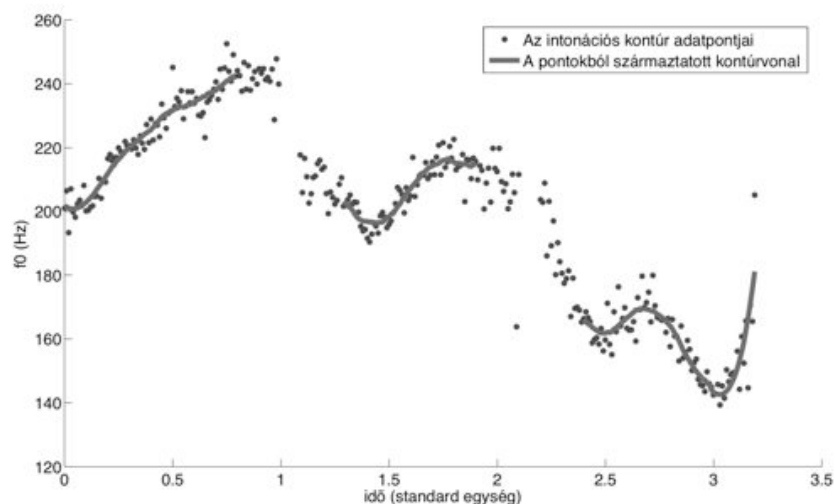
idegtudományi megközelítés szintézisére, azaz annak megragadására, hogy mi a rekurzió szerepe a nyelvben, valamint a vizuális jelekkel kiváltott verbális és nem-verbális csoportosításban. Az építkező szerkezetben elvégzett kutatásokra egy interdiszciplináris elméleti és módszertani alapot követően került sor, s a kísérletek eredményeinek folyamatos konzorciális értékelését követően került sor a következő empirikus munkák megkezdésére. A hipotézisek felépülése, az empirikus kutatások kialakítása és az eredmények bemutatása is ezt a szerkezetet követi.

A tematikus alappillérek:

- ☒ A magyar beágyazott mondatok prozódiaja – a produkcióban használt, és az észlelésben kulcsként működő akusztikus jegyek rendszere
- ☒ A beszédben jelölt prozódiai határok elektrofiziológiai mutatói
- ☒ Az intonáció sértésének hatása a mondatfeldolgozásra – elektrofiziológiai mutatók
- ☒ Az absztrakt prozódiai reprezentáció létezésének bizonyítása elektrofiziológiai módszerrel
- ☒ A szintaktikai korlátozódás lehetséges hatása a prozódiai határok kijelölésére – afázia esettanulmány
- ☒ Inherens csoportosítás a verbális és nem verbális produkcióban – fejlődési vonatkozások

## 1. A produkcióban használt és az észlelésben kulcsként működő akusztikus jegyek rendszere

A prozódiai határok produkciós vizsgálatának eredményei azt mutatták, hogy a beágyazott mondatokat egy olyan emelkedő intonációs kontúr jellemzi, amelyet egy jellegzetes 'S' forma (lásd az 1. ábrát), s a frázishatártól jobbra csökkenő tonális szerkezet jellemez. Az intonációs kontúr tehát a beágyazott mondat idején a prozódiai határok között lebeg, de kontúrját a prozódiai határtól balra és nem jobbra mutató hasonlóság jellemzi.



1. ábra. A vizsgált mondat szerkezetére jellemző általános intonációs kontúr.

A percepció kísérletekben a beágyazott mondatok értelmező vagy természetes, valamint sértett intonációjával az elfogadhatóságot és a megkülönböztethetőséget variáltuk. A kísérletek, nem meglepő módon, a természetes intonációjú mondatok magas elfogadhatóságát mutatta, ennek értéke szignifikánsan magasabb volt, mint a manipulált mondatoké. A sértett intonációjú mondatok

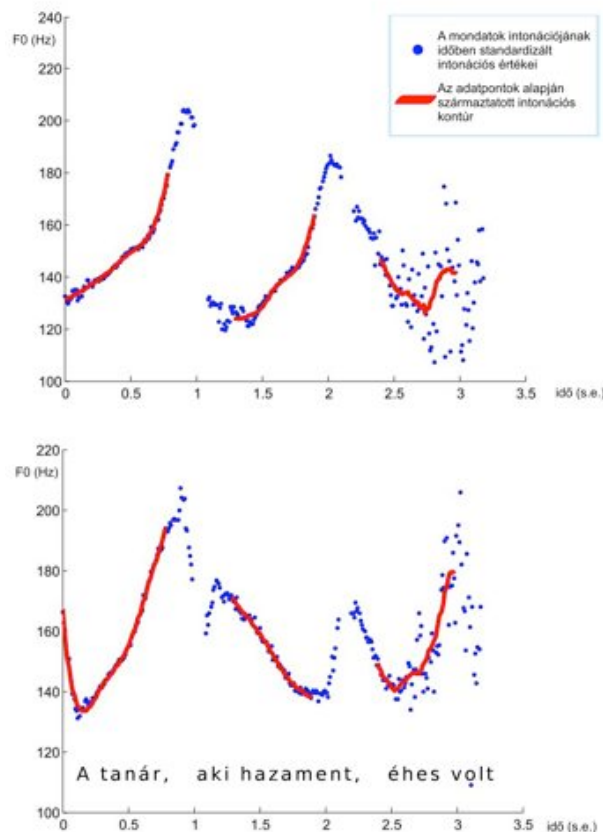
alacsonyabb elfogadhatóságát feltételezhetően több tényező határozhatja meg. Egyes mondatok a manipuláció eredményeként olyan torzulást is szenvedtek, amelynek eredményeként egyes beszédhangok szegmentális szerkezete is módosult. Ezt a jelenséget az elektrofiziológiai vizsgálatok megtervezésekor már figyelembe vettük.

A természetes és manipulált intonációjú mondatpárokat alkalmazó, azonos-különböző ítéletekkel vizsgált percepciós teljesítmény elemzése meglepő eredményt hozott. A természetes mondatok esetében talált igen magas azonosságítélet jelent meg (4. ábra), s ez arra utal, hogy itt egy olyan absztrakt reprezentáció működik, amely a helyes intonáció akusztikai variációira nem érzékeny. Analógiaként hasonlíthatjuk ezt a beszédhangok kategoriális percepciójához is. Nem így van ez a sértett intonációjú mondatok esetében, itt ugyanis az azonosságítéletek aránya alacsonyabb, és még olyan kifejezett sorrendiség hatás sincs, mint a természetes mondatoknál.

**Az intonációs sértést tartalmazó beágyazott mondatok feldolgozása eltér a nem manipulált mondatok feldolgozásától, s ebben az intonáció akusztikai jegyeinek eltérő feldolgozása játszhat szerepet. A helyes intonáció esetében egy olyan absztrakt reprezentáció jegyeivel illeszt a feldolgozó rendszer, amely a dallamvariációk egyes jegyeire már nem érzékeny, azaz természetét tekintve kategoriális.**

## **2. A beszédben jelölt prozódiai határok és az intonáció sértésének elektrofiziológiai mutatói**

**A beágyazott mondatok manipulált intonációs kontúrjának agyi feldolgozását vizsgáló kísérlet eredményei azt mutatták, hogy a frázishatárhoz időben szinkronizált CPS komponens mindkét feltételben megjelent.** A manipulált intonációs kontúrú mondatokkal kiváltott válaszokat a normál mondatokkal kiváltott hullám-együtteshez képest egy nagyobb RAN (right anterior negativity) és egy jellegzetes pozitivitás, a P600 komponens jellemezte. A CPS komponens megjelenése arra utal, hogy az intonációs frázisok határainak feldolgozása megfelelően megtörtént, azaz az EKP komponens pontosan követi a frázishatárt. Az EKP válaszok elemzéséből az is kitűnt, hogy, megfelelően a szakirodalmi adatoknak (Steinhauer, 2003), a CPS amplitúdója mindkét feltétel esetében hasonló volt, annak ellenére, hogy a manipulált mondatok esetében a prominencia jelentősen csökkent (ld. 2. ábra)

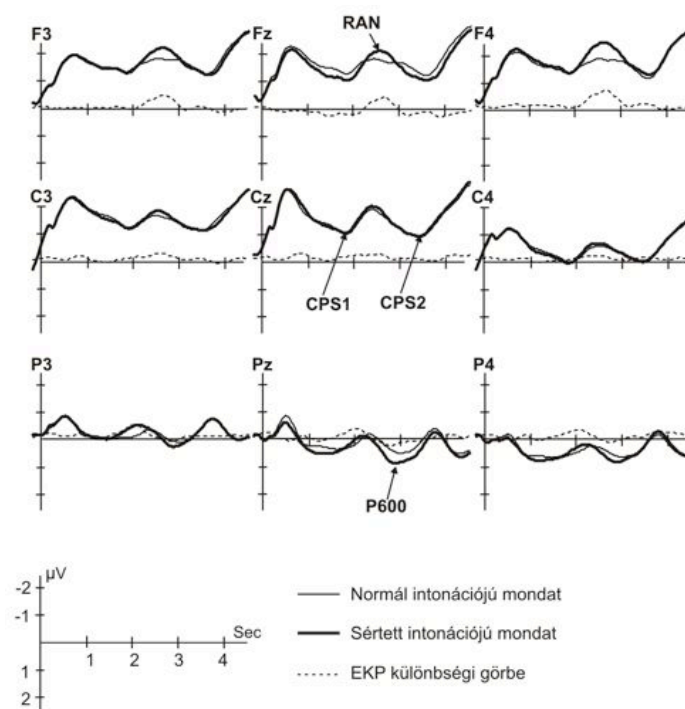


2. ábra Természetes (felül) és manipulált (alul) intonációs kontúrok

**A CPS nem tükrözi magát az intonációsértést, valójában elsődlegesen a frázishatárt követi, vagyis ez a komponens egy absztrakt prozódiai szabály alkalmazásának a jele.**

Eseményhez kötött agyi potenciál (EKP) eredményeink (Honbolygó, Török és Csépe, 2011) szerint a **prozódiai határra vonatkozó információkat agyunk automatikusan dolgozza fel, s a prozódiahatárhoz időben szinkronizált jel elemzésével követhető, hogy a határ kijelölése, nyugodjék tonális vagy idői akusztikus kulcsokon, a szintaktikai határoknak felel meg.**

Egészséges felnőtteknél a beágyazott mondatok prozódiahatárától jobbra megjelenő intonációsértés az EKP komponensek tanúsága szerint az intonációs szabály és az aktuális megvalósulás össze nem illését jelzi egy a jobb elülső elevezetéseken megfigyelhető maximummal (RAN – jobb anterior negativitás). Ismerve a prozódia vonatkozó kutatásoknak azokat az eredményeit, amelyek a lingvisztikai prozódia esetében baloldali maximumot jósolnak, feltételezhető hogy itt egy egyszerű illesztésről van szó. Az illesztés eredményeként eltérést jelez a feldolgozó rendszer, hiszen a beágyazott mondat szokatlan, a szintaktikával nem egyező dallamvonulatnak felel meg. Az eltérés detekciója lehet az alapja annak, hogy, feltehetően egy balra történő feldolgozásnak köszönhetően, a második prozódiai határ is helyesen kerül kijelölésre. Ekkor azonban már újabb feldolgozási folyamatoknak kell belépnie, hiszen a szerkezetet fel kell építeni, s a tagmondatokban közölt összetartozó információt feldolgozni. A szerkezetépítés erőfeszítésének EKP korrelátuma, a P600, kizárólag a sértett mondatok agyi feldolgozását kíséri (3. ábra).



3. ábra. EKP válaszok a normál és sértett intonációjú mondatokra, és ezek különbségi görbéi

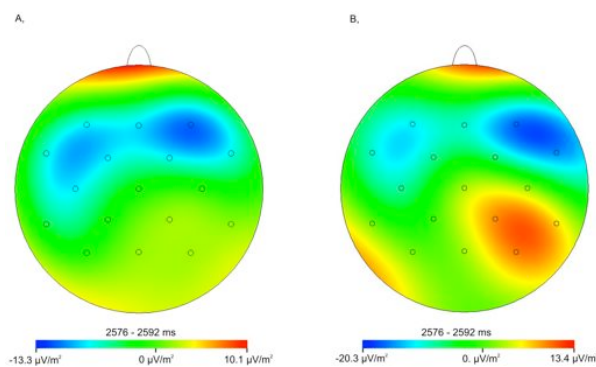
A prozódiai határok megfelelő kijelölése és a beágyazott mondat sértett intonációjának detekciója együtt teszi lehetővé, a végül mégis sikeres, erőfeszítéssel járó újraelemzést és szerkezetépítést, amely feltehetően a mondatértés szükséges és elégséges feltétele.

### 3. Az absztrakt prozódiai reprezentáció létezésének bizonyítása elektrofiziológiai módszerrel

A nyelvészeti kutatások új irányzataiban megjelenő feltételezés, miszerint van prozódiai rekurzió, s ennek alapja két absztrakt reprezentáció, a prozódiai határ és a prozódiai prominencia, egyelőre csak néhány empirikus bizonyítékkal rendelkezik. A pályázati ciklusban kutatott prozódiai jelenségek egyik specifikuma, hogy magát a prozódiai határt nem sértettük, hiszen a főmondat határait a kísérleti manipuláció nem érintette, csupán a határtól bal és jobb irányban történő feldolgozás akusztikus támpontjait változtattuk. Kísérleteinkben az intonációs kontúr globális módosítását alkalmaztuk, s a beágyazott mondat dallamvonalát emelkedőről ereszkedőre változtattuk. Ez az eljárás különösen hatékonynak bizonyult, hiszen a szintaktikai integrációs folyamatok szempontjából a beágyazott mondat váratlan intonációja az agyi feldolgozás szekvenciáit láthatóbbá tette. A prozódiai határ jobb oldalán megjelenő "aki" szó a beágyazásra vonatkozó elvárást alakított ki, s az első frázis intonációs kontúrja is előre jelezhetette a várható beágyazást.

**Saját idegtudományi eredményeink újdonsága** (ismereteink szerint ilyen a szakirodalomban nincs), hogy a CPS és RAN EKP komponensek vizsgálatával értelmes és értelmetlen mondatok természetes és manipulált intonációjának alkalmazásával sikerült kimutatni, hogy van absztrakt prozódiai reprezentáció, s ez szolgálhat az elvileg végtelen számú prozódiai rekurzió alapjául (ld. 4. ábra).





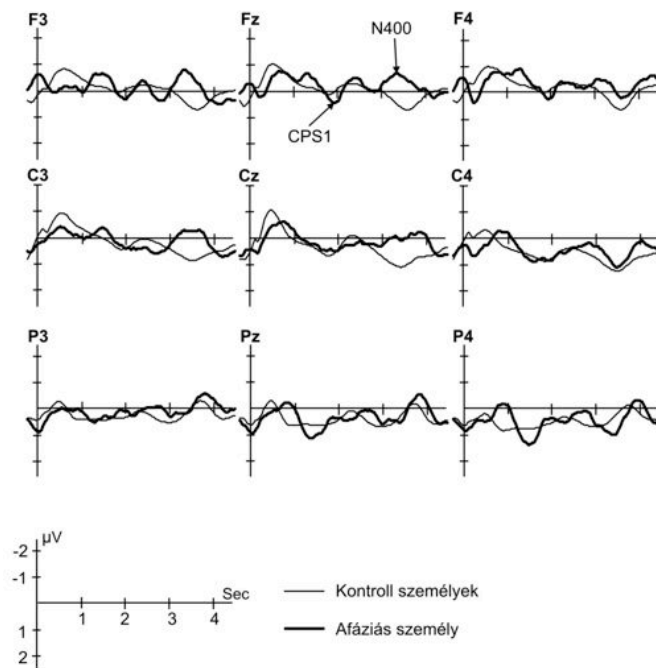
4. ábra Értelmes és értelmetlen mondatok prosódiai feldolgozása során elvezett válaszok CSD térképe

A grammatikai utalásokat nem tartalmazó mondatokkal végzett kísérletek azt is igazolják, hogy ezek nélkül a magyar nyelv szabályai szerint képzett, ám ragokat és képzőket nem tartalmazó álszavakból nem lehet szerkezetet építeni, így az intonáció sértésekor nem is lehetséges semmilyen illesztés.

Saját idegtudományi adataink újdonsága, hogy a CPS és RAN EKP komponensek vizsgálatával sikerült kimutatni, hogy a proszodiában is van rekurzió, ezért feltehető, hogy itt is teljesülhetne a szintaktikai rekurzió egyik legerősebb nyelvészeti érve; a véges elemekből végtelen variációt lehet – elvileg – létrehozni. Ennek azonban csak a generatív nyelvészetben van értelme, pszichológiai realitása ugyanis nincs, például a lingvisztikai memória korlátozott kapacitása miatt. Idegtudományi szempontból pedig értelmetlen azt feltételezni, hogy a prosódiai percepció és produkció végtelen műveleteit képes végrehajtani az emberi agy.

#### 4. A szintaktikai korlátozódás lehetséges hatása a prosódiai határok kijelölésére – afázia esettanulmány

A közös kutatásokban résztvevő neurolingvisztikai csoport eredményeivel összhangban azt feltételezzük, hogy a szintaktikai rekurzió korlátozottsága miatt csak az eléggé prominens első frázishatár feldolgozása automatikus. A szintaktikai rekurzió korlátozottsága megakadályozza, vagy legalábbis felerősíti ezt a hatást az agrammatikus Broca afáziában akkor, ha a beágyazott mondat integrálásához a szintaktikai és prosódiai szerkezet illesztése szükséges. Ez nem teljesül a természetes intonációjú mondatokban sem, így a kompenzációra nincs lehetőség. Bár a sértett intonációjú beágyazott mondatokat kísérő EKP összetevő jelzi a szerkezetépítési erőfeszítést, a reinterpretáció nem a prosódiai jegyeket felülbíráló újraillesztésre, hanem a feltehetően ép, vagy legalábbis elfogadhatóan működő jelentés-feldolgozásra támaszkodik. Az eredményeket a Honbolygó, Török és Csépe (2011) tanulmány és Török Ágoston MA szakdolgozata (2011) foglalja össze (ld. 5. ábra):



5. ábra. EKP válaszok a manipulált intonációjú mondatra a kontroll és az afázias személy esetében. Jól látható a CPS1 egybeesése, valamint a CPS2 hiánya az afáziasoknál.

Ennek látenciatartományában jelenik meg az afázias beteg esetében az N400.

## 5. Inherens csoportosítás a verbális és nem verbális produkcióban – fejlődési vonatkozások

Az absztrakt perceptuális csoportosítás (vagy mintázatelemzés) automatikus és kultúra-független folyamatnak tartott jelenség, ám kialakulás feltehetően sajátos fejlődési mintázatot mutat. Yoshida és munkatársai friss adatai szerint (2010) a felnőttekéhez hasonló csoportosítási mintázat figyelhető meg már a 7-8 hónapos korúaknál. Feltételeztük tehát, hogy egy olyan általános jelenségről van szó, amely a produkció akusztikus jellemzőinek elemzésével ez követhető. Ezért az inherens csoportosítás jellemzőit először felnőtt kísérleti személyeknél, majd óvodásoknál vizsgáltuk.

Az egyik alapfeltevés szerint a kísérlet résztvevői az adott válaszingereket elemszámtól függetlenül két és egész számú többszöröse szerint csoportosítják. A várakozással ellentétben azt találtuk, hogy az inherens csoportosítást a felnőtteknél semmilyen mért mutató szignifikáns változása nem jelezte, sem a prozódiai határok egyes akusztikai kulcsai, sem a prozódiai prominencia aktuális megvalósulásának viszonyai. Tény ugyanakkor, hogy a verbálisan dekódolható vizuális ingerek non-verbális követése (képsorokra adott tapsok) megfelelő prominencia-viszonyokat tükrözött a három és négyelemű sorozatoknál, a hosszabb sorozatoknál azonban ez megbízhatóan nem bizonyítható. Ennek alapján azt lehetett megállapítani, hogy a rekurzió specifikus jelensége, az inherens csoportosítás, csak korlátozottan ragadható meg a verbális és nem verbális produkció akusztikus jellemzőinek elemzésével.

**Kutatásainknak a fentiekből összefoglalt eredményeiből nagy bizonyossággal kirajzolódik, hogy:**

- ☒ Van prozódiai rekurzió, s ennek alapja az absztrakt prozódiai reprezentáció két formája, a prozódiai határ és a prozódiai prominencia.
- ☒ Az absztrakt prozódiai reprezentációnak a feltételezésnél erősebben, azaz empirikus adatok alapján kijelölhető összetevői a prozódiai határ és a prozódiai prominencia.
- ☒ Az absztrakt prozódiai reprezentációt az akusztikus kulcsok lokális és globális variációinak azok az adott nyelvre jellemző, szabálykivonással kialakított véges számú kategóriái alkotják, amelyek egy elvileg végtelen számú, a pszichológiában nem, de a generális nyelvészetben értelmezhető prozódiai rekurziót tesznek lehetővé.
- ☒ A magyar mondatok beágyazott tagmondatát a lejtő dallammenet jellemzi. Ezt jelzik a produkciós és percepciós vizsgálatok eredményei is. A sértett intonációjú tagmondat megfelelő szerkezeti és jelentés-információ esetén a feldolgozás során újraépül.
- ☒ Az eseményhez kötött agyi potenciálok jellegzetes komponensei, a CPS és a RAN a prozódiai határok feldolgozását jól követhetővé teszik.
- ☒ A CPS és a RAN vizsgálatával kapott eredményeink szerint az értelmetlen mondatok prozódiai határait is automatikusan dolgozza fel az emberi agy. Ez csak akkor képzelhető el, ha van absztrakt prozódiai reprezentáció. Ez az absztrakt reprezentáció mindaddig aktívan segíti a feldolgozást, amíg a prozódia nem sérül.
- ☒ A szerkezeti és szemantikai információtól megfosztott értelmetlen mondatoknál a prozódia határ nem azonosítható.
- ☒ Egészséges felnőtteknél a szintaktikai és prozódiai határok eltérése a szerkezet újraépítését indítja el, ezt jelzi a P600 EKP komponens megjelenése.
- ☒ Az afáziás nyelvi zavar a prozódiai határok automatikus feldolgozását nem érinti, a prozódia sértése szintaktikai korlátozottság esetén más kompenzációs mechanizmust indít el. ép beszédértés esetén a szemantikára támaszkodik a feldolgozás.
- ☒ A rekurzió specifikus jelensége, az inherens csoportosítás, csak korlátozottan ragadható meg a verbális és nem verbális produkció akusztikus jellemzőinek elemzésével.

Hivatkozások:

- Bánréti, Zoltán 2009. discrimination between local and global economy in agrammatic aphasia, in K. Alter, M. Horne, M. Lindgren, M. Roll, J. von Koss Torkildsen (Eds.). *Brain Talk: Discourse with and in the brain*. Lund, 49-60.
- Bánréti, Zoltán 2010a. Recursion in aphasia. *Clinical Linguistics & Phonetics*, Vol. 24, No. 11 , 906-914.
- Bánréti Zoltán 2010b. Recursion in aphasia and mental model. In: Jonkers, Roel, Burchert, Frank (Eds) *The science of aphasia XI. (SOA). Abstracts: Neurocognitive Contributions to Biolinguistics*. Potsdam, 2010. 26-29.
- Bánréti Zoltán 2011. A nyelvi rekurzivitás és a tudatelméleti képesség afáziában, *Magyar Nyelv*, 2011. 2-3. szám (Megjelenés előtt).

- Bánréti Zoltán – Mészáros Éva 2011. A szintaktikai rekurzivitás afáziában, in: Bartos Huba (szerk). *Általános Nyelvészeti Tanulmányok XXIII.* Akadémiai kiadó, Budapest, 191-226.
- Bánréti Zoltán (szerk) 2011. *Rekurzió a nyelvben II. Neurolingvisztikai megközelítés.* Tinta Könyvkiadó, Budapest. 193 l. Megjelenés előtt.
- Bánréti Zoltán – Hoffmann Ildikó – Mészáros Éva – Örley Zita 2011. Kitekintés: rekurzív számolási képességek agrammatikus afáziában és középsúlyos Alzheimer-kórban. In: Bánréti (szerk) 2011.
- Bánréti, Zoltán - Szücs Márta - Mészáros Éva 2011. Az összetett szavakat építő lexikai rekurzió afáziában és Alzheimer-kórban. In: Bánréti (szerk.) 2011.
- Beckman, Mary. and Janet. Pierrehumbert (1986). Intonational Structure in Japanese and English. *Phonology Yearbook* III, 15-70.
- Harry. van der Hulst (ed.) (2010). *Recursion and Human Language.* Berlin: Mouton de Gruyter, 301-342.
- Hauser, Marc D., Noam Chomsky and W. Tecumseh Fitch (2002). "The faculty of language: What is it, who has it, and how did it evolve?" *Science* 298: 1569– 1579.
- Hevesi Nikolett, Honbolygó Ferenc, Török Ágoston, Bánréti Zoltán, Hunyadi László, Csépe Valéria 2010. áció sértésének feldolgozása beágyazott mondatok esetében, *Pszichológia* 2010. évf. 30 (4) 273-293.
- Hoffmann Ildikó - Bánréti, Zoltán - Mészáros Éva – Szücs Márta 2011. A mondattani rekurzió enyhe és középsúlyos Alzheimer-kórban. In: Bánréti (szerk.) 2011
- Honbolygó Ferenc, Török Ágoston, Csépe Valéria (2011) Az intonációs kontúr feldolgozása beágyazott mondatok esetében: EKP eredmények. In: Csépe Valéria, Honbolygó Ferenc (szerk.) *Rekurzió a nyelvben III. Pszichológiai és idegtudományi megközelítés,* Tinta Kiadó, Budapest, megjelenés alatt
- Hunyadi, László (2006). Grouping, the cognitive basis of recursion in language. *Argumentum*, 2 (2006), Debrecen, 67–114.
- Hunyadi László (szerk.) 2011: *A rekurzió vizsgálata a nyelvben: prozódiai alapok.* Tinta Kiadó
- Jackendoff, Ray. and Steven Pinker (2005). The evolution of language faculty: clarifications and implications. In: *Cognition* 97. 179–210.
- Ladd, D. Robert (1996). *Intonational Phonology.* Cambridge University Press
- Mészáros Éva - Bánréti Zoltán 2011. Az egyeztetés elve és a rekurzió. Egy agrammatikus Broca-afáziás állapotjavulásának tanulságai. In: Bánréti (szerk.) 2011
- Pierrehumbert, Janet (1980). *The Phonology and Phonetics of English Intonation.* PhD-dissertaion. MIT
- Pinker, Steven and Ray Jackendoff (2005). The faculty of language: what's so special about it? In: *Cognition* 95. 201–236.
- Török Ágoston (2011) Az intonációs kontúr manipulációjának elektrofiziológiai korrelátumai, ELTE PPK Pszichológia MA, szakdolgozat
- Yoshida, K. A., Iversen, J. R., Patel, A. D., Mazuka, R., Nito, H., Gervain J., Werker, J. F. (2010). The development of perceptual grouping biases in infancy: A Japanese-English cross-linguistic study. *Cognition*, 115, 356-361.
- Wagner, Michael (2005). *Prosody and Recursion.* PhD. dissertation, MIT.

*A rekurzió interdiszciplináris vizsgálata a nyelvben  
konzorciális OTKA-pályázat*

*Prozódiai alapok társ pályázat (NK 69042)*

*Zárójelentés*

*A rekurzió interdiszciplináris vizsgálata a nyelvben* c. OTKA-pályázatot konzorcium keretében valósítottuk meg. A konzorciumi partnereket a Debreceni Egyetem (témavezető: Hunyadi László), az MTA Pszichológiai Kutatóintézete (témavezető: Csépe Valéria) és az MTA Nyelvtudományi Intézet (témavezető: Bánréti Zoltán) alkották.

A konzorcium tagjainak közös, átfogó célkitűzései a következők voltak: Hauser, Chomsky és Fitch 2002-es Science-cikke nyomán azt a feltevést vizsgálni, hogy a rekurzió a nyelvi képesség kizárólagos tulajdonsága-e vagy sem, és bemutatni, hogy a csoportosítás kognitív képessége alapja lehet a nyelvi rekurciónak. Kísérleteket végzünk különböző életkori csoportokban. Agrammatikus afáziás betegeknél végzett speciális kísérletekkel kívánjuk ellenőrizni azt a feltevést, hogy bár agrammatikus afáziában szenvedőknél a grammatika különböző szintjei sérülnek, az absztrakt csoportosítás mélyebb tudati szinten jelenik meg és ez nem, vagy nem szükségszerűen sérül. Reakcióidők vizsgálata alapján első ízben vizsgáljuk a csoportosítás képességét az agyi aktivitás tükrében. Az egészséges, továbbá az agrammatikus afáziás betegekkel végzendő kísérletek eredményeinek az összehasonlítása elősegíti számunkra, hogy megvizsgáljuk, vajon a rekurzív csoportosítás képessége tetten érhető-e már a kognitív fejlődés korábbi szakaszában, másrészt általánosságánál fogva a specifikusabb kognitív képességek egyik alapja lehet-e. A csoportosítás képességének a nyelvképességgel való kapcsolatát a beszéd prozódiajának tüzetesebb vizsgálatával mutatjuk be azáltal, hogy a kogníció műszeres vizsgálatával igazoljuk a prozódiai beágyazás és rekurzió költségesebb voltát.

2. A projekt konzorciális felépítése roppant izgalmas lehetőségeket kínált. A téma kellően általános volta és eredeti interdiszciplináris fogantatása szinte megkívánta, hogy együttműködő partnerei a tágabb értelemben vett megismeréstudomány több, egymást mind kérdésfeltevéseikben, mind módszereikben kölcsönösen kiegészítő területének képviselői legyenek. Különösen izgalmas volt azt meg tapasztalni, hogy mindnyájan valamilyen módon kísérleti tudományt művelünk, úgy, hogy belülről fakadó igényből táplálkozva kísérleteinkkel az elméleti tudományok kérdéseinek a teljesebb megválaszolására törekszünk. Az együttműködés legizgalmasabb pontja pedig az volt, hogy saját eszközeinkkel, de partnereink eszközeiből is tanulva ugyanazokat a kérdéseket specifikus megvilágításba helyeztük és azokra együttesen igyekeztünk választ adni.

A rekurzió számos tudományban előforduló fogalom és nem is mindenütt egyforma értelmezéssel. Mi a konzervatív álláspontot követve úgy tekintünk a rekurzióra, mint ami bizonyos műveletek végrehajtásának a módja, ami lehetővé teszi, hogy lefutása után egy eljárás, művelet önmagát újra meghívja. Mivel a rekurzió művelete ismétlésének definíció szerint nincs határa, ez lehetővé teszi szerkezetek végtelen variációinak létrehozását. Feltehetjük, hogy ez az egyik lehetséges alapja a nyelv, de talán egész megismerésünk végtelenségének is. Mivel a rekurzió egy szabály, annak megsértését szerencsés módon, jól megválasztott eszközökkel sikerülhet tanulmányozni is. A konzorcium összetétele éppen azért volt optimális, mivel a szabálysértést több, egymástól különböző megközelítésben is vizsgálhatta.

A pályázat konzorciális jellege lehetővé tette, hogy az egyes társ pályázók a vizsgált kérdést a saját, jól definiált szempontjaik alapján, de egyben egymás eredményeire is figyelve, az eredményeket szintetizálva vizsgálják. A téma interdiszciplináris volta ugyanakkor azt is lehetővé (valójában szükségessé) tette, hogy a megismerés egymástól különböző területeit tekintsük elméleti, és egyben módszertani alapnak ugyanazon kérdés sokoldalú vizsgálata céljából. Szerencsésnek bizonyult az, hogy mindhárom társ pályázó egyszerre képviselte az elméleti és a kísérleti tudományt,

így megközelítéseinkben mindnyájan hasonlóan jártunk el: bizonyos, a rekurzió státusára, formájára és megvalósulására vonatkozó központi kérdést vizsgálva egyrészt arra kerestünk választ, vajon milyen módon ragadható meg a rekurzió egy elméleti modellben, másrészt arra, milyen kísérleti bizonyítékaik lehetnek a rekurzió megjelenésének. Meg kívántunk felelni annak a kihívásnak, amit Hauser, Chomsky és Fitch fentebb említett tanulmánya jelentett a nyelvképesség mibenlétére vonatkozóan és amiben a szerzők a szűken vett nyelvképességet (FLN) a rekurzióval azonosítják. E felfogás szerint a velünk született nyelvképesség valójában azt jelenti, hogy képesek vagyunk véges számú szóból véges számú szabályok alkalmazásával végtelen sok mondatot létrehozni azáltal, hogy a szerkezetépítő szabályokat rekurzív módon alkalmazzuk. Ezek szerint a szűken vett nyelvképesség egyedüli pillérének a rekurzív szabályalkalmazás képességét tekinthetjük. Ily módon a rekurzió a szintaxisra korlátozódik.

Ezen elméleti alapvetés valójában kívül rekeszti a szűken vett nyelvképesség értelmezési tartományából a nyelv olyan hagyományosnak tekintett elemzési szintjeit, mint a fonológia és a morfológia, és újrafogalmazza a kompetencia-performancia dichotómiáját mint a szűk értelemben és a tág értelemben vett nyelvképesség (FLN és FLB) kettősét. Ennek megfelelően a leginkább a kommunikációban megjelenő nyelvhasználat éppúgy kívül esik az FLN-ből, mint ahogy a kompetenciából is. Az elmélet végül azt a feltevést fogalmazza meg, hogy a nyelvi (egyben szintaktikai) rekurzió csak az emberi nyelv sajátja. Mindezen feltevések és felvetések igen ösztönzően hatottak sokirányú elméleti és kísérleti kutatásokra mind a nyelvészetben, p A vizsgálatok középpontjában a csoportosítás és annak egy sajátos esete, a központi beágyazás állt. Ennek lényege, hogy egy adott mondat szerkezet két, azonos hierarchiai pozíciót elfoglaló eleme közé egy, ezen hierarchiai szinthez képest mélyebb hierarchikus pozíciót elfoglaló szerkezeti elem csatlakozik. Fontos, hogy az ilyen beágyazás szintaktikai értelemben rekurzívan is alkalmazható. A rekurzió vizsgálatához azért választottuk a központi beágyazás esetét, mert e mondat típusban a nyelvészeti irodalom alapján sajátos módon kapcsolódik össze a nyelvi prozódia és a szintaxis, így a kettő kapcsolata vizsgálhatóvá válik.

A központi beágyazás vizsgálata során azt a feltevést kívántuk ellenőrizni, miszerint a szintaktikai beágyazás és kiágyazás a prozódiában valóságosan megjelenik, azaz tonális megfelelői vannak (mint tonális beágyazás és tonális folytonosság), továbbá ennek sértése tetten érhető a percepcióban. A rekurzió prozódiai meglétére irányuló feltevést ugyancsak a központi beágyazás alapján kívántuk vizsgálni a többszöri beágyazás esetét vizsgálva.

Ezen feltételezések empirikus bizonyítására produkciós és percepciós feladatokat alakítottunk ki, amelyeket a prozódiai kutatócsoport egészséges felnőtteknél és gyermekeknél, továbbá siketeknél vizsgált. Vizsgálataink a kérdésekre kapott válaszok alapján újabb kérdéseket is szültek és további kutatási irányokat is eredményeztek. Összességében azt állapíthatjuk meg, hogy kísérleteinkben igazoltuk a rekurzió prozódiai meglétét és meghatároztuk azon korlátok körét, amelyek között az megjelenik. A központi beágyazást mint a rekurzió egy speciális megjelenési formáját tanulmányozva leírtuk a központi beágyazás prozódiai jellemzőit mind a percepcióban, mind a produkcióban. A három kutatóhely által megjelentetett tanulmánykötetek és további publikációk széles spektrumát mutatják az elvégzett releváns kutatásoknak és bepillantást engednek egy inter- és multidiszciplináris kutatás együttműködésének eredményeibe tanúsítva annak hatékonyságát számos tudományban. Úgy véljük, hogy jelentős lépéseket tettünk előre a rekurzió összetett kérdésének sokoldalú vizsgálatában.

A nyelvészeti (prozódiai) kutatócsoport legfőbb kutatása arra irányult, hogy olyan kísérleteket végezzen, amelyekkel ellenőrizhetők a felolvasott szövegek alapján tett korábbi megfigyelések a prozódiai rekurzió megjelenésére, a tonális beágyazásra és a tonális folytonosságra vonatkozóan (Hunyadi 2006). Ennek során ezen megfigyelések érvényét az eddiginél tágabb vizsgálati szempontokra is ki kívántuk terjeszteni, ami a vizsgálati spektrum jelentős szélesítését eredményezte. Így percepciós és produkciós kísérletekre került sor felnőttek és gyermekek bevonásával e tonális tulajdonságok korlátainak a megállapítására. További kísérletekben a generatív grammatikának a szintaxis-prozódia interfészre vonatkozó feltevését vizsgáltuk, különös tekintettel arra, vajon nyelvészeti módszerekkel milyen mértékben vizsgálható/támasztható alá a

prozódiai rekurzió feltevése. Mivel a vizsgált folyamatok a csoportosítás valamilyen megvalósulásaiént jelennek meg, kézenfekvő volt továbbá vizsgálatainkat kiterjeszteni a nyelvi ritmus szervezési elveinek a tanulmányozására is. Végül izgalmas kihívásként éltük meg siketek jelelésének vizsgálatát annak érdekében, hogy szerkezetépítési sajátosságaiakon keresztül a csoportosítás mint a rekurzió alapja bizonyos velünk született nyomait azonosíthassuk. Az alábbiakban a prozódiai kutatás főbb eredményeiről számolunk be.

A generatív nyelvelméletnek Hauser, Chomsky és Fitch (2002)-ben kifejtett nyelvfelfogása tükrében érdeklődésünket a nyelvészetre, azon belül a prozódia kutatásra korlátozva közelebb kívántunk jutni annak vizsgálatához, vajon a rekurzió valóban a grammatika kizárólagos sajátja-e, továbbá, vajon a rekurzióval abban a formájában, amiben a nyelvben megjelenik, valóban csak az emberi nyelv rendelkezik-e. Így a nyelven belül maradvá egyrészt azt vizsgáltuk, vajon a fenti elmélet értelmében a grammatikán kívül eső prozódiaának megfigyelhetők-e rekurzív tulajdonságai. Feltettük, hogy ha ilyen tulajdonságokkal találkozunk, az egyrészt gyengíti a rekurzió szintaktikai kizárólagosságára vonatkozó érvelést, másrészt erősíti a rekurzió modalitásfüggetlen univerzalizálásának bizonyítékait. A nyelven kívülre irányítva figyelmünket pedig azt vártuk, hogy ha a nyelven kívüli modalitásokban is találunk bizonyítékot a rekurzióra, ráadásul olyanokat, amelyek a szintaktikai rekurzió általánosított tulajdonságaival rendelkeznek, ezzel e bizonyítékok egyben a rekurzió általános, nem nyelvspecifikus voltát támasztják alá. Azt is vártuk, hogy ha ezeket a kérdésekben megfogalmazott feltevéseket alá tudjuk támasztani, azzal – bár messzebbre, az emberi viselkedés vizsgálatán túlra nem indulunk – alátámaszthatunk olyan további, a konzorciumunk szakterületén kívül eső kutatásokat, amelyek a rekurzió mint általános rendező és egy lehetséges végtelent generáló elv meglétének igazolására irányulhatnak a főemlőskutatásban általában.

Vizsgálatainktól tehát azt vártuk, hogy (1) kísérleteink alapján hozzá tudunk járulni a rekurzió státusa meghatározásához egy adott, generatív elméleti nyelvészeti modellben, (2) általánosításokat tehetünk a rekurzió nyelven túlmutató, kognitív státusára vonatkozóan.

Ilyen elméleti indítatásból a prozódia vizsgálatát célul tűző társ pályázatunk a fenti kérdéseket a következő részterületekre kiterjedő kutatásokkal kívánta megközelíteni:

1. A nyelvi prozódia rekurzivitásának univerzális státusa
2. A prozódia-szintaxis interfész kérdése
3. A tonális beágyazás vizsgálata a percepcióban
4. A tonális beágyazás és tonális folytonosság vizsgálata spontán nyelvi korpusz alapján
5. Az újraindítás mint megakadásjelenség: iteráció vagy rekurzió?
6. Ritmus: a ritmikus szervezés általános elvei és megjelenése a nyelvben
7. Siketek jelnyelve és az univerzális grammatika

Az alábbiakban eredményeinket a fenti részterületeknek megfelelően ismertetjük.

### *1. A nyelvi prozódia rekurzivitásának univerzális státusa*

A rekurzió sokoldalú vizsgálatára irányuló kutatásainkat a feltevés vezette, hogy a rekurzió alapja a *csoportosítás*: a rekurzív műveletek mindig egy adott szerkezet jól meghatározható csoportján mennek végbe. Továbbá: a rekurzió mindig hierarchikus szerkezetben működik (vagy az ellenkező irányból megközelítve: hierarchikus szerkezetet hoz létre), így alapvetően megkülönböztetendő az *iterációtól*. Azt vizsgáltuk, hogy egyrészt milyen kifejezési eszközei vannak a rekurziónak, másrészt az milyen modalitásokban azonosítható. Külön figyelmet fordítottunk arra, hogy megtaláljuk a rekurzió és az iteráció megkülönböztető megjelenési formáit.

Hauser, Chomsky és Fitch említett tanulmányukban a prozódia az emberi nyelv azon szintjének tekintik, ahol a rekurzió nem jelenik meg. Az valójában régóta vallott nézet, hogy a szintaxis és a prozódia közötti legalapvetőbb különbség abban rejlik, hogy a szintaktikai hierarchia a rekurzív komponens következtében végtelen mélységű, ezzel szemben a prozódia a rekurzió feltételezett hiányából fakadóan laposabb, azaz véges mélységű, hiszen a beszédhang nem lehet „végtelenül mély” (ld. Szigorú Szintek Hipotézise, Selkirk 1984). Néhány megfigyelés bizonyos mértékben megengedi ugyan a rekurziót a prozódiai hierarchiában (ld. Összetett Prozódiai Tartomány: Ladd 1986, 1996; Selkirk 1995; Truckenbrodt 1999, 2007; Clifton, Carlson és Frazier 2002), de egyikük sem feltételezi a rekurzió rendszer-szintű jelenlétét a prozodiában.

Ugyanakkor a kutatások során azt is felismerték, hogy a prozódia két fő alkotóeleme, az időtartam és a beszéddallam (F0-variáció) rekurzív vonásokat mutat. Wagner (2005) leírja, hogy az időtartammal való variáció a rekurzív szintaktikai beágyazás kifejezésének egyik jelentős prozódiai eszköze. Hunyadi (2006, 2010) szélesebb perspektívában helyezi el a prozódia. Ebben az értelmezésben az időtartammal és az alaphanggal végzett variáció egyaránt rekurzív mintázatokat mutatnak és a szintaxisban megjelenő rekurciónak felelnek meg. Ezek szerint minél jobban mélyül egy beágyazás, annál rövidebbek a beágyazott tagmondatok határai; ami pedig az F0-val való variációt illeti, az egymást követő beágyazott tagmondatok egyre mélyülő F0-val fejeződnek ki (ez utóbbi a *tonális beágyazás* esete). Ugyanitt továbbá azt is bemutattuk, hogy a prozódiai rekurzió alapelvei nem csupán a nyelvben vannak jelen, hanem a különféle emberi modalitásokban kifejezett csoportosításban általában.

#### A rekurzió kifejezésének elvei a prozodiában

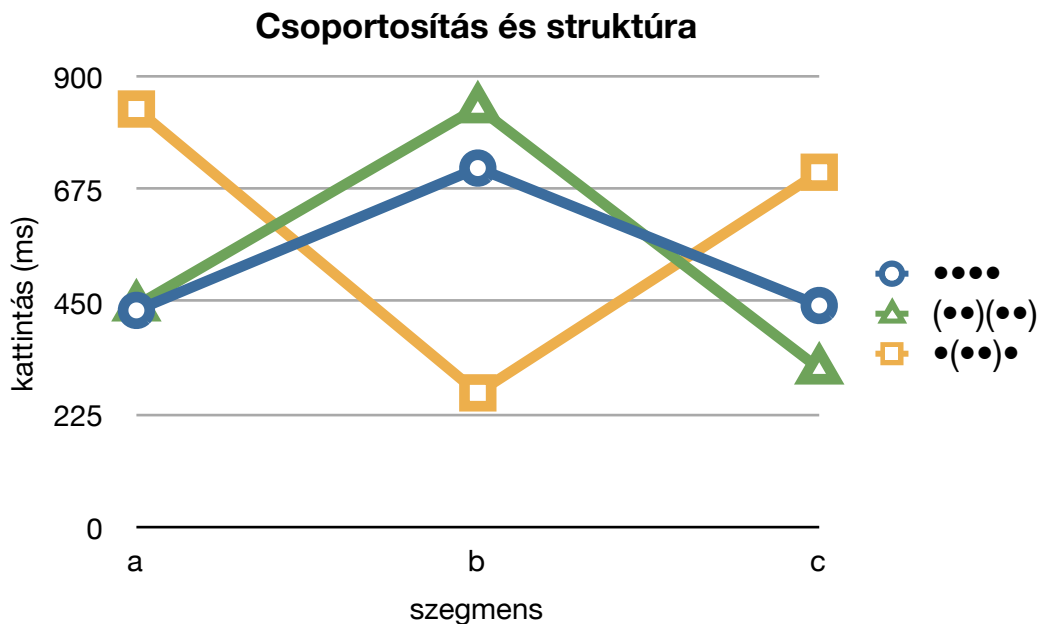
Hunyadi (2006, 2009, 2010) alapján feltesszük, hogy (a) a rekurzió alapja a csoportosítás – a rekurziót csoportokon alkalmazva beágyazott csoportok sorozatát kapjuk, (b) a csoportok a modalitásoktól függően különböző természetűek lehetnek, (c) a csoportosítás olyan tulajdonságokkal rendelkezik, amelyek elég általánosak ahhoz, hogy ne legyenek modalitás-specifikusak. A fenti feltevések alátámasztása érdekében a különböző modalitásoknak megfelelő specifikus kísérleteket hajtottunk végre.

A kísérletekben a csoportosítás megjelenését vizsgáltuk absztrakt vizuális, továbbá absztrakt prozódiai elemek mintázataiban, valamint konkrét nyelvi anyagok prozodiájában. (a) Az absztrakt vizuális mintázatok elemeiként pöttyöket alkalmaztunk (•) úgy, hogy a kísérleti alanyoknak a mintában megjelenő minden egyes pöttynek egy egérkattintást kellett megfeleltetni. A két egymást követő pöttyöt jelző kattintások között eltelt időket mértük. Azt kívántuk megtudni, milyen időstruktúrát feleltetnek meg az alanyok az egyes absztrakt vizuális mintázatoknak. (b) Az absztrakt prozódiai mintázatokban a csoportosítás elemeit nyomtatott betűk képezték (mint „A”, „B”, „C”, „D”), és az alanyoknak egy adott mintázatnak megfelelően ki kellett mondaniuk az egyes betűk neveit. Kétféle eljárást alkalmaztunk: egyrészt mértük az egymást követő betűk neveinek kimondása közötti időtartamot, továbbá felvettük és megjelenítettük az egész megnyilatkozás beszéddallamát. Az absztrakt elemeket tartalmazó mindkét típusú (pöttyökre, illetve betűkre épülő) kísérletben a mintázatok a zárójelezésnek megfelelően változtak (hiszen a zárójelek strukturális viszonyt jelölnek), például: (••)(••), •(••)•, •(•(••))•, illetve (AB)(CD), A(BC)D, A(B(CD))E. Arra számítottunk, hogy az azonos csoporthoz való tartozás esete (két vagy több elem egy zárójelpáron belül való megjelenése) másfajta időbeli reprezentációt fog eredményezni, mint amikor ugyanazok az elemek a zárójelezés által is látható módon jelölve különböző csoportba tartoznak. Ehhez hasonlóan azt is vártuk, hogy az absztrakt prozódiai elemek tonális reprezentációja ugyancsak mintázat-, és így struktúrafüggő lesz. Az is várható volt, hogy ha a csoportosítás struktúrafüggő, akkor az elemek rekurzív elrendeződése azok (temporális és/vagy tonális módon jelölt) rekurzív reprezentációját fogja eredményezni.

A fenti kísérletek eredményeit összefoglalva a rekurzió a prozodiában a következő elveket követi:



- a. A rekurzió *csoportokon* működik. Egyértelműen kimutatható volt, hogy ott, ahol a felszínen csoporthatár volt jelölve (pöttyöket egymástól zárójelek választották el), az egyes pöttyökre eső egérekattintások közötti, időben mért távolság attól függött, milyen csoportok képződnek az adott struktúrában. Így az egyes elemeknek megfelelő kattintások között eltelt időtartam statisztikailag jelentős különbséget mutatott olyan, azonos elemszámú, de más belső struktúrájú mintázatok között, mint  $(\bullet\bullet)(\bullet\bullet)$  és  $\bullet\bullet\bullet$ . Mindezt úgy általánosítottuk, hogy a kísérleti alanyok struktúráját csoportok között értelmezték, és mivel a rekurzió struktúraképző eszköz, az várható, hogy az csak csoportokon működik. Amint az 1. ábra mutatja, az egyes pöttyökre eső kattintások közötti távolság struktúrafüggő és szisztematikus:

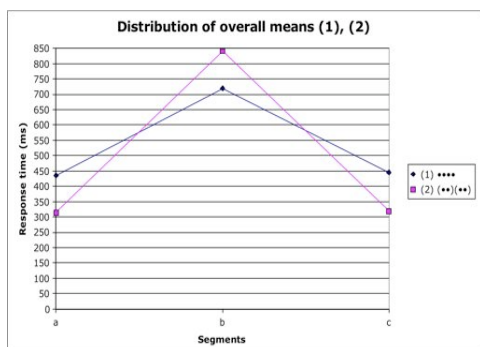


1. ábra

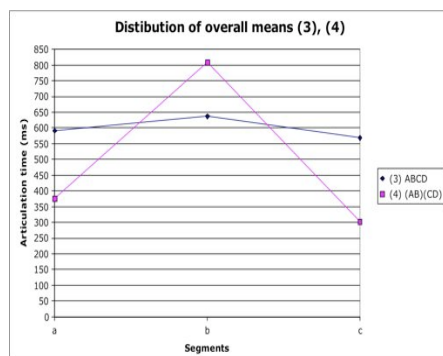
- a. A csoportosításnak *multimodális markerei vannak*: a csoporthatárok a beszédben kifejezhetők mind időtartammal, mind beszéddallammal. Bebizonyosodott, hogy az absztrakt vizuális és az absztrakt prozódiai mintázatok esetében egyaránt fontos szerepet játszik az időtartam mint a csoportosítás lényeges eszköze. Az idővel való csoportosítást illetően azt találtuk, hogy a csoporthatáron mindig hosszabb a szünet, mint a csoporton belüli elemek között. A prozódiai csoportosítás esetében ezen kívül a beszéddallam-variáció is jelentős szerepet játszik, hiszen kísérletünkben az azonos csoporton belüli elemeket egyetlen folyamatos tonális mintázat kapcsolta össze. Ezzel szemben két szomszédos, két különböző csoporthoz tartozó elemet egy csoportvéget (frázisvéget) jelző intonáció választ el egymástól, úgy, hogy a stimulusban bemutatott mintázaton belül jelzett belső csoporthatárt az ugyanott megjelenő dallamirányváltkozás is kifejezi. Ennek megfelelően pl. az (AB) (CD) mintázatban egyrészt az A és a B, másrészt a C és a D elemek kapcsolatát egy-egy folytonos dallammal nevezték meg az alanyok, míg a B és a C elemeket, melyek az adott mintázaton belül különböző csoportokhoz tartoztak, azaz strukturálisan közvetlenül nem tartoztak össze, a határukon a dallam irányának vagy fekvésének a megváltoztatásával.
- a. A beszéd prozódijában az *alapértelmezett csoportosítási eszköz a beszéddallam*, szemben az idővel való csoportosítással. Ez egyértelműen új eredmény a korábbi prozódiai irodalomhoz képest, ahol elsődlegesen az időt (szünetet vagy nyújtást) tekintették határjelölőnek (Ladd 1996, Wagner 2005). Míg az absztrakt vizuális elemek csoportosításának esetében a csoportosítás egyetlen lehetséges eszköze az időbeli variáció, vagyis az elemek közötti időtartam növelése vagy csökkentése (azaz a beszéddallam variációja nem releváns), az absztrakt prozódiai csoportosítás esetében azt találtuk, hogy az elemek azonos vagy különböző csoporthoz való tartozását a beszéddallam-variáció mindig jelöli, miközben az elemek között eltelt szünetek időtartama nem követi szigorúan az F0-változás által jelölt struktúrát. Ez a némileg váratlan

eredmény lehetővé tette a következő, az “alapértelmezett csoportosítás” elnevezésben meghúzódó általánosítást: minden modalitásban az adott modalításra specifikusan jellemző eszköz élvez prioritást a csoportosítás jelölésében (a prozódiaiban a tonális variáció, azaz a beszéddallam, a szintaxisban pedig a szintaktikai hierarchia); míg azok az eszközök, amelyek nem modalitás-specifikusak (mint például az időtartam), másodlagos szereppel bírnak. További, nem-reprezentatív felméréssel láttuk tendenciaszerűen érvényesülni e másodlagosságot: az elsődleges csoportosításnak a másodlagos csoportosítási eszközzel jelölt csoportosítás nem mondhat ellent, azaz ha pl. a dallam csoportosítást jelölt, rosszul formálnak találtuk a minta reprezentációját, ha az idővel való csoportosítás ellenkező módon éppen azonos csoportba való tartozást jelölt.

- a. A csoportosítás *inherens*. Hunyadi (2006, 2009, 2010) szerint az alanyok erős tendenciát mutattak arra, hogy akkor is csoportosítsák az elemek sorozatát, ha az adott mintázatban nem volt zárójelezés (felszíni jelölés általi szerkezetjelölés). Ugyanezt már megfigyeltük az olyan absztrakt vizuális mintázatok esetében, mint például ••••, ahol az alanyok az időbeli variációt alkalmazva a négy pötty sorozatát két, egymástól elkülönülő, azonos számú pöttyöt tartalmazó csoportba osztották fel, habár semmilyen csoport nem volt zárójelekkel jelölve (vö. 2. ábra):



2. ábra



3. ábra

Kutattuk a csoportosítás általános, eszköz- és modalitásfüggetlen tulajdonságait. Így került sor a fentiekhez hasonló szerkezetű, azonban elvontan prozódiait magába foglaló mintázatoknál vizsgálatára. Az ilyen absztrakt prozódiai csoportosítás esetében is hasonló hatást figyeltünk meg: a felszíni jelölés által nem csoportosított mintázatot (ABCD) az alanyok ugyancsak két, egymástól elkülönülő, azonos elemszámú csoportként értelmezték, és ennek megfelelően két, azonos elemszámú csoportba osztva nevezték meg a nyomtatott betűket. Az inherens csoportosítás esetét mutatja be a 3. ábra (1) mintázatának időbeli reprezentációja: ha kisebb mértékben is, mint ott, ahol a csoportosítást a felszínen jelölve van (ilyen a (4) mintázat), a második és a harmadik pötty között a kísérleti alanyok (3) esetében is érzékelték valamiféle csoportosítást.

Kimutattuk, hogy a tagolás elsődleges eszköze modalitás-függő: absztrakt vizuális mintázatok esetében ez az eszköz az idővel való manipuláció (vagyis az elemek közötti szünetek hosszának növelése vagy csökkentése), ugyanakkor a prozódia esetében (absztrakt prozódiai elemek és konkrét, beszélt nyelvi anyag esetében egyaránt) egy tonális határ (ellentétes szomszédos dallamirányok vagy csoportok különböző tonális fekvései), amivel egy bizonyos hosszúságú szünet beillesztése párosulhat a második elem után.

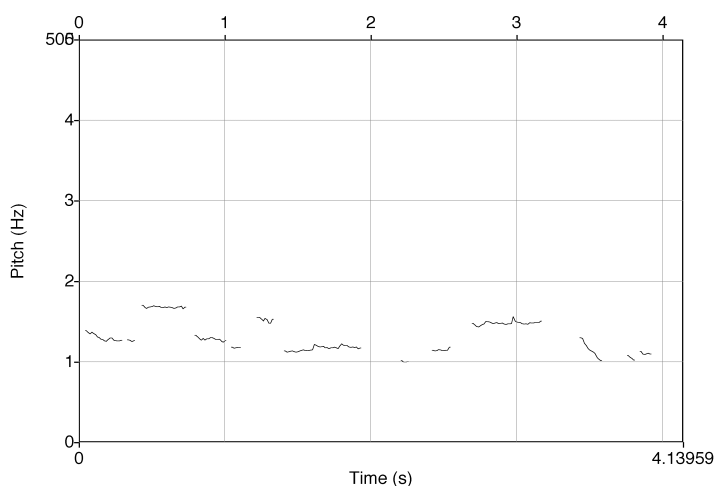
- a. Az elemek strukturális beágyazását a prozódiaiban a *tonális beágyazás* (és emellett opcionálisan az időtartam) fejezi ki. A rekurzív beágyazás jelölése rekurzív tonális beágyazással történik. Konkrét beszélt nyelvi anyagot vizsgálva azt találtuk, hogy a szintaktikai beágyazás jelölésének szisztematikusan használt eszköze a dallam: a szintaktikailag beágyazott

tagmondatot mélyebb hangfekvés, továbbá szűkebb tonális tér jellemzi, mint a hierarchiában közvetlenül felette álló tagmondatot; minél mélyebb a beágyazás, annál alacsonyabb F0 (vagy alacsonyabb és szűkebb tonális tér jellemzi a beágyazott mellékmondatot. Absztrakt prozódiai elemek között hasonló beágyazott mintázatokat vizsgálva szintén működni találtak a tonális beágyazás elvét.

- b. b. A lineárisan nem folytonos elemek szerkezeti összetartozását a *tonális folytonosság* jelöli. A tonális folytonosság elve kiegészíti a tonális beágyazás elvét. A központi beágyazás tonális megvalósulását vizsgálva azt találtuk, hogy (a) a beágyazás a tonális beágyazás elvét követi és (b) a főmondat egyetlen csoportot képező, de a beágyazás miatt lineárisan, nem-folytonos, folytonosságukban különválasztott két fele egyetlen egységes virtuális dallamvonalat követ, ami felülírja a beszédre általánosságban jellemző folyamatos lefelé sodródás hatását, mintha nem is történt volna beágyazás. Kiemelkedő jelentőségű, hogy a tonális folytonosság elve az egy csoportot képező, de nem-folytonos, elválasztott elemek közti távolság hosszúságától függetlenül is működik. Azt általánosíthatjuk, hogy függetlenül attól, hogy egy adott csoport két elválasztott egysége milyen távol helyezkedik el egymástól, azok egy virtuális (de lineárisan nem folytonos) tonális egységet alkotnak, követve a tonális folytonosság elvét, amit az alábbi, 4. és 5. ábrák is mutatnak. A vizsgált mondat a következő:

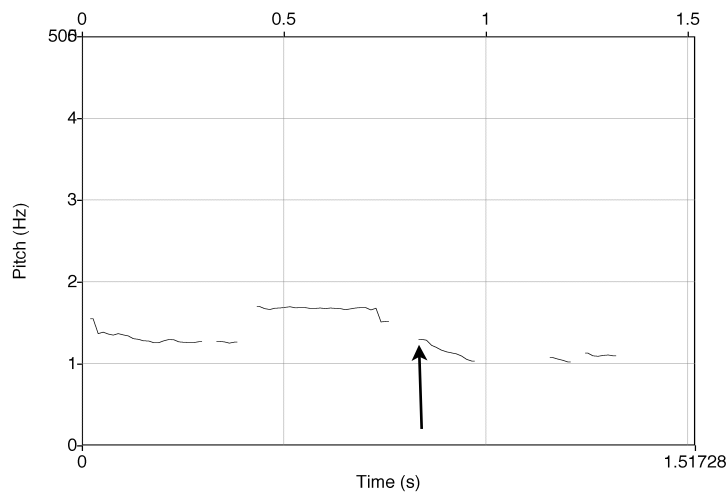
A macska, amit a kutya, ami megveszett, megharapott, elszaladt.

E mondat bemondásának F0-görbét látjuk a 4. ábrán:



4. ábra

A beágyazott mondatok kivágása után jól látható, hogy a távoli, de szerkezetileg összefüggő mondatcsonkok tonálisan találkoznak (e csatlakozó helyre mutat a nyíl); ld. 5. ábra:



5. ábra

## 2. A prozódia-szintaxis interfész kérdése: a prozódia szintaktikai kötöttsége és kötetlensége

A tonális beágyazás tulajdonságainak több modalitásban történt leírása maga után vont az a klasszikus kérdést, vajon mennyire függ a prozódia a szintaxistól. Közelebbről, a megfigyelt, bizonyos fokú nem-megfelelésnek vajon az-e az oka, hogy itt két különböző rendszerről van szó, amelyek nem azonos szabályok alapján működnek, vagy a prozódia nem is része az általános grammatikának és így a nyelvi kompetenciának, sokkal inkább a performanciának, aminek következtében a fenti kérdés az összehasonlíthatóság hiányában el is veszti jelentőségét. A kérdésre úgy kerestünk választ, hogy az absztraktság különböző fokozatain kísérleteket végeztünk és ezek eredményeit általánosítottuk. Arra a következtetésre jutottunk, hogy *a tonális beágyazás elve valójában nem egy adott szintaktikai szerkezet prozódiai tükrözése céljából működik, hanem ez az elv ennél általánosabban alkalmazható a prozódiában, absztrakt, konkrét nyelvi anyagot nem tartalmazó (tehát egy adott nyelv szintaxisán kívül eső) mintázatokon és konkrét, beszélt nyelvi (az adott nyelv szintaxisán belül szerkesztett) anyagon egyaránt. Az ezekből az eredményekből levont messzire mutató következtetés lehetővé teszi, hogy a prozódiát (azon belül különösen a tonális variációt) a szintaxistól – és valószínűleg a nyelvtől is - függetlennek tekinthessük.* Ennek alapján nemcsak azt mondhatjuk, megismételve a szakirodalomban szélesen elfogadott nézetet, hogy nem teljes a megfelelés prozódia és szintaxis között, hanem azt is, hogy megfelelésük mindkettőjüktől általánosabb azonos elvre vagy elvekre vezethető vissza.

Támaszkodva korábbi és legújabb kísérleteinkre, elsőként azt állapítottuk meg, hogy a prozódiának (egészen pontosan a beszéddallamnak, az intenzitásnak és az időnek) olyan szabályszerűségei vannak, amelyek visszavezethetők a lexikális nyelvi anyagot nem tartalmazó mintázatok reprezentációjára. A szabályszerűségek legmélyén az **inherens csoportosítás** elve van, ami egy tetszőleges absztrakt, vizuális vagy prozódiai (de lexikális elem nélküli) mintázat reprezentációjában megjelenik. Ez az elv leggyakrabban a **szimmetria** formájában valósul meg (pl. egy négy elemű minta két kételemű csoportra osztódik). *A szimmetriában tehát azt a kognitív törekvést láttuk, hogy az inherens csoportosítást úgy valósítjuk meg, hogy ezáltal az alapértelmezett eszközzel azonos csoportokat alkotunk.*

A csoportosítás mindig valamilyen szerkezetet tételez fel, ami lehet mellérendelés vagy alá- és fölérendelés egyaránt. A hierarchikus szerkezetek kötelezően tartalmazzák ezen utóbbi szerkezeteket. Végtelenné akkor válik egy hierarchikus csoportosítás, ha azon a *rekurzió* elvét alkalmazzuk. *Kísérletekkel bemutattuk, hogy rekurzív csoportosítás végezhető mind absztrakt vizuális, mind absztrakt prozódiai szerkezeteken, miközben a nyelvhez kötött szintaxis hatása kizárható. Így azt állapíthatjuk meg, hogy a nyelvészetben lényegében a szintaxishoz kötött rekurzió nem specifikus a nyelvre, az megjelenik más kognitív rendszerekben is.* Ha e feltevésünk helyes, akkor ezzel magyarázatot adhatunk a szintaxis és a prozódia számos ponton való megfelelésének („együttjárásának”). Ugyanez a feltevés magyarázhatja a két szerkezet közötti különbséget is. A

közös kognitív alap megteremti a szintaktikai és a prozódiai csoportosítás számos, lényeges pontokon megfigyelhető egybeesését, míg lesznek olyan esetek, amikor a kettőnek nem kell egybeesnie és nem is esnek egybe. Az egybeesés (pontosabban: az, hogy a prozódia háttérbe szorítja minden egyéb esetleges funkcióját) kötelező, ha a szavak lineáris elrendezése nem elegendő a szintaktikai szerkezet hallgató általi feltárásához vagy egyértelműsítéséhez, minden egyéb esetben opcionális. Azonban ez utóbbi esetben a prozódia éppúgy követi a kognitív csoportosítás elvét, mint a szintaxis, azaz egybeesésük ekkor is lehetséges.

A szintaxis-prozódia interfész tárgyalásánál a nem-megfelelés legerősebb érve az, hogy – szemben a szintaxissal – a prozódia “laposabb”, azaz nem tud végtelen mélységű rekurzív műveletet reprezentálni. Kísérleteink alapján megállapítottuk, hogy a rekurzió kifejezésében a prozódia egyaránt használja mind a három alapvető fonológiai paramétert: az F0-variációt (a beszéddallamot), az intenzitást (az energiát) és az időt (a szünetet és a nyújtást). Elméletileg nincs akadálya annak, hogy egy egyre mélyülő beágyazást egyre mélyebb F0-val és egyre kisebb tonális térrel, vagy egyre csökkenő intenzitással és kisebb intenzitás-kitérésekkel, vagy a frázishatárokon tartott egyre kisebb szünettel jelöljünk. Ebben megegyezik a szintaxissal, ahol ugyancsak nincs akadálya, hogy egy műveletet, akár egy beágyazást rekurzív módon végtelen sokszor megismételjünk. A végtelenségnek az akadálya a performanciában keresendő, ott is a kognitív memóriakapacitás az, ami határt szab a rekurzió végtelenségének. Kísérleteink megtervezésekor tapasztaltuk, hogy háromnál többszöri szintaktikai beágyazást már leginkább csak akkor fogadtak el kísérleti alanyaink, ha a művelet rekurzív ismétlésekor (mint amilyen a többszöri beágyazás) legalább annak típusa megváltozott. Ez pedig azt jelzi, hogy a memória reális mennyiségi akadályokat gördet egy szintaktikai szerkezetnek már az értelmezése elé is, ami éppúgy tükröződik az adott szerkezetek rekurzív prozódiai megvalósításában is. Mindezek mellett nem feledkezhetünk meg a prozódia megvalósításának fizikai korlátairól sem: könnyen belátható, hogy jól meghatározható kognitív határa van az egyre kisebb időbeli, vagy F0-beli, vagy intenzitásbeli különbségek észlelésének (vö. Hunyadi 2009).

Egy kognitív modell szintjén azt mondhatjuk, hogy *a rekurzív csoportosítás elve egyik modalitásban sincs korlátozva, megvalósítását azonban mindkét modalitásban kognitív megszorítások korlátozzák*. Ezen az elvont szinten (amit kísérleteinkkel sikerült megtapasztalni) a prozódiai szerkezet nem “laposabb”, mint a szintaktikai; ahol “laposabbnak” tűnik, az csak a performancia szintjén tűnik annak.

### *1. A tonális beágyazás vizsgálata a percepcióban*

Három egymásra épülő, de egymástól különböző percepciós kísérletet végeztünk annak érdekében, hogy megvizsgáljuk, hogyan érvényesülnek a prozódiai rekurzióra a produkcióban megállapított elvek a prozódiai csoportosításra vonatkozóan. Az alábbiakban ezen kísérleteket és eredményüket ismertetjük:

#### **Percepciós kísérlet 1: A beszéddallam mögöttes tulajdonságait meghatározó elvek megsértése a prozódiai csoportosítás kifejezésében és annak percepciója**

20 egyetemi diáknak olyan felvételeket mutattunk be, melyekben egy-egy, három beágyazott mellékmondatból álló mondat szerepelt. Az eredeti felvételeken kívül olyan változatokat is bemutatunk, ahol a főmondatot követően (melyet a továbbiakban „a”-val jelölünk) vagy a beágyazott mellékmondatnak (melyet „b”-vel jelölünk), vagy a főmondat ezt követő második, elszakított részének („c”-vel jelölve) beszéddallamát módosítottuk (mélyítettük vagy megemeltük). Hogy a manipulálás lehetséges mértékét meghatározzuk (a beszéddallam mélyítését vagy emelését a beágyazott mellékmondatban vagy a főmondat elszakított, második részében), előzőleg teszt-kísérleteket végeztünk. Azt találtuk, hogy a beszéddallam emelése vagy mélyítése (az alaphérfkvencia változtatása) 10-20-30 Hz-cel alig észlelhető. (Ez eléggé meglepő volt, hiszen még

egy akár 10 Hz-es különbség észlelése is elvárható lenne. Korábban az absztrakt vizuális és prozódiai elemek csoportosítása kapcsán tett megfigyeléseink alapján arra jutottunk, hogy a csoportosítás fő eszköze mindig modalitás-specifikus. Ebből kiindulva úgy érvelhetünk, hogy *a szintaktikai beágyazás esetében a szintaktikai hierarchia játssza az elsődleges szerepet a csoportosításban, aminek következtében a beszéddallammal jelölt csoportosítás csak másodlagos*. Ennek megfelelően feltehetjük, hogy az ilyen, szemantikailag gazdag mondatok esetében nagyobb mértékű F0-változtatás szükséges ahhoz, hogy e változás a percepcióban is megjelenjen. Miután ilyen perceptuális eredményeket hozott a próbakísérlet, úgy döntöttünk, hogy valamivel nagyobb mértékű változtatásokat viszünk a kísérletbe (50, 100 akár 150 Hz), annak érdekében, hogy a szintaktikai függőségi viszonyok elsődleges hatását felülírjuk. Tehát a fenti értékekkel változtattuk a szegmensek („b” vagy „c”) dallammenetét. A felhasznált mondatok a következők voltak:

(8) A tanuló, aki kimerült, mérges volt.

„a” „b” „c”

(9) A tanárnő, aki fellépett, kicsi volt.

“a” “b” “c”

(10) A kisgyerek, aki visszament, komoly volt.

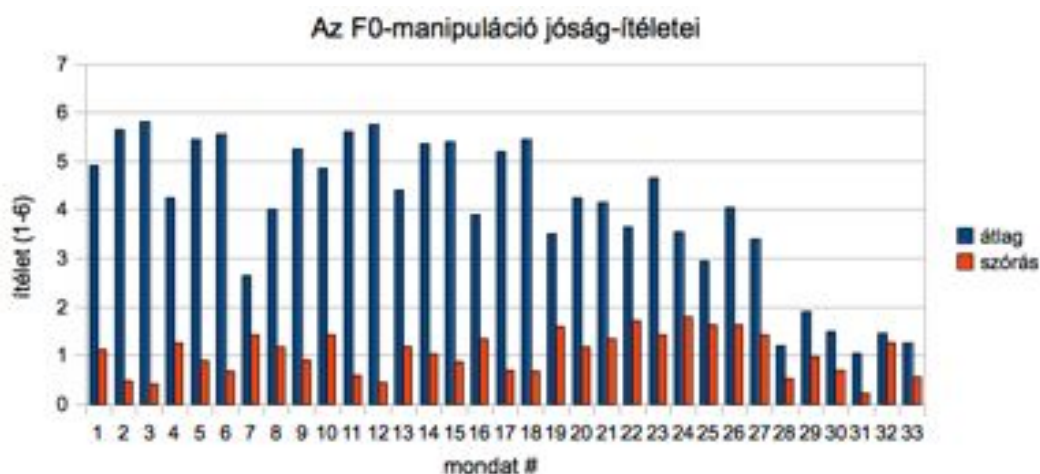
“a” “b” “c”

A manipulációk mondatonként a következők voltak:

mondat #	minta típusa
1:	1 (nincs manipuláció)
2:	2 (nincs manipuláció)
3:	3 (nincs manipuláció)
4:	1.c.mélyebb -50
5:	2.c.mélyebb -50
6:	3.c.mélyebb -50
7:	1.c.magasabb +150
8:	2.c.magasabb +150
9:	3.c.magasabb +150
10:	1.c.mélyebb -100
11:	2.c.mélyebb -100
12:	3.c.mélyebb -100
13:	1.c.magasabb +50
14:	2.c.magasabb +50
15:	3.c.magasabb +50
16:	1.c.magasabb +100
17:	2.c.magasabb +100
18:	3.c.magasabb +100
19:	1.b.mélyebb -50
20:	2.b.mélyebb -50
21:	3.b.mélyebb -50
22:	1.b.mélyebb -100
23:	2.b.mélyebb -100
24:	2.b.mélyebb -100
25:	1.b.magasabb +50

- 26: 2.b.magasabb +50  
 27: 3.b.magasabb +50  
 28: 1.b.magasabb +100  
 29: 2.b.magasabb +100  
 30: 3.b.magasabb +100  
 31: 1.b.magasabb +150  
 32: 2.b.magasabb +150  
 33: 3.b.magasabb +150

A kísérleti személyeket arra kértük, hogy adjanak jószág-ítéletet minden egyes beszéddallam-variációra egy 6-fokú skálán a megfelelő gomb megnyomásával (6 = leginkább elfogadott, 1 = legkevésbé elfogadott). A kiszámított átlagértékek alapján a 6. ábrán szereplő adatokat kaptuk:



6. ábra

Mivel mind a tonális beágyazás (melyet a „b” szegmens beszéddallam-mélyítéseként figyeltünk meg), mind a tonális folytonosság (melyet a virtuálisan egymással szomszédos „a” és „c” szegmens határai közötti kapcsolatként figyeltünk meg) prozódiai csoportosítási alapelvnek minősülnek, ezért figyelembe kellett vennünk azt a tényt, hogy a „c” szegmens manipulációja (a tonális folytonosság megsértése) valamivel jobb megítélést kapott, mint a „b” szegmens manipulációja (a tonális beágyazás megsértése). Ami a tonális beágyazást illeti, kitűnt, hogy a „b” szegmens beszéddallamának emelése szignifikánsabb perceptuális hatással bír, mint annak mélyítése. Ez a megfigyelés a tonális beágyazás természetéből következik: „b” beszéddallamának további mélyítését stilisztikai jelöltségként is lehet észlelni, de magát a szabályt nem sértjük: a beágyazott mondat dallama mélyebb, mint „a” beszéddallama. Másrészt ha „b”-t emeljük, amellet hogy egyértelmű stilisztikai jelöltséget észlelünk, azt is érezzük, hogy ennél több történik: megsértjük a tonális beágyazásra érvényes szabályt („b” emelkedik, ahelyett, hogy mélyülne). Ezen mintázatok alacsony elfogadhatósága tehát a tonális beágyazásra vonatkozó szabálysértés következménye lehet. Ami a tonális folytonosságot illeti, a „c” szegmens manipulációja a jószág ítéletekben kevésbé érzékelhető, ennek oka pedig a következő lehet: ha a tonális folytonosság elvét nem érzékeljük, a „b” és „c” szegmens közötti határt még mindig jelzi két további prozódiai eszköz: „b” jobb szélének emelkedő hanglejtése, (így jelölve egy megfelelő csoportthatárt). Ennek eredményeképp „c” hangmagassága, akár növeljük, akár csökkentjük azt, nem hagyja prozódiai jelölés nélkül a mellékmondatok szekvenciáját, és manipulációja szabadon alkalmazható (és valójában van is alkalmazva) stilisztikai célokra.

Miután betekintést nyertünk a szintaktikai struktúra és a prozódiai (F0-) variáció kapcsolatára, két további megfigyelést tettünk. A válaszok szórására vonatkozó statisztikai értékek mintázat-

függőek: viszonylag közeli relációban vannak a jóság mértékével. Minél alacsonyabb a jóság értéke, annál magasabb a szórás. Összességében azonban csak a „b” szegmenset manipulálva kapott mintázatok egy részét utasították vissza egyértelműen (3 adott pont alatti, vagyis 50%-a alatti értékkel). Ezt a tényt tekinthetjük egy erős érvek mellett, hogy *a tonális beágyazás a prozódiai csoportosítás egyik alapelve*. Emellett megfigyelhetünk egy különbséget a három példamondat jóság ítéletei között, amelyek különböző mintázatok mentén is konzisztensek: az (1) mondat különböző módosított változatai szinte minden esetben alacsonyabb pontértéket kaptak, mint a (2) mondat hasonlóan módosított változatai. A legmagasabb pontértéket a (3) mondat ugyanígy módosított változatai kapták. Ennek megfelelően felmerül az is, hogy *a prozódia kívüli tényezők (a szemantikát is beleértve) szintén közrejátszanak az elfogadás mértékében*.

## **Percepció kísérlet 2: A hangsúlyos szótag tonális manipulációjának szerepe a prozódiai csoportosítás kifejezésében – jóság-ítéletek**

Az előző kísérletben a „b” és a „c” szegmensek hangmagasságát a szegmens teljes hosszában mélyítettük vagy emeltük. Hatása néhány esetben az volt, hogy egy adott szegmensvég F0-ja, mely normál esetben leginkább az alapvonalihoz közelítene, szintén emelve volt, ami már önmagában egy kevésbé természetes hangzást eredményezett. Így egy további kísérletet is megterveztünk, ahol egy adott szegmensnek csak a hangsúlyos szótagját manipuláltuk (azon szótagét, ami a strukturálisan jellemző alaphangmagasság-változás kiindulópontja és alapvető markere, a beágyazást is beleértve.) Az előző kísérlet eredményeire alapozva, melyek azt mutatják, hogy a hangmagasság további mélyítése a beágyazott mellékmondatban kevésbé jelöl szabálysértést, arra voltunk kíváncsiak, hogy vajon a megfelelő hangsúlyos szótagok emelésének van-e hatása a jóság ítéletekre. Három mondat-mintázatot alkalmaztunk, mindegyikben rekurzív beágyazással:

(11) A levél, amit Kati, aki boldog volt, feladott, elveszett.

“a”            “b”            “c”            “d”            “e”

(12) A macska, amit a kutya, ami megveszett, megharapott, elszaladt.

“a”            “b”            “c”            “d”            “e”

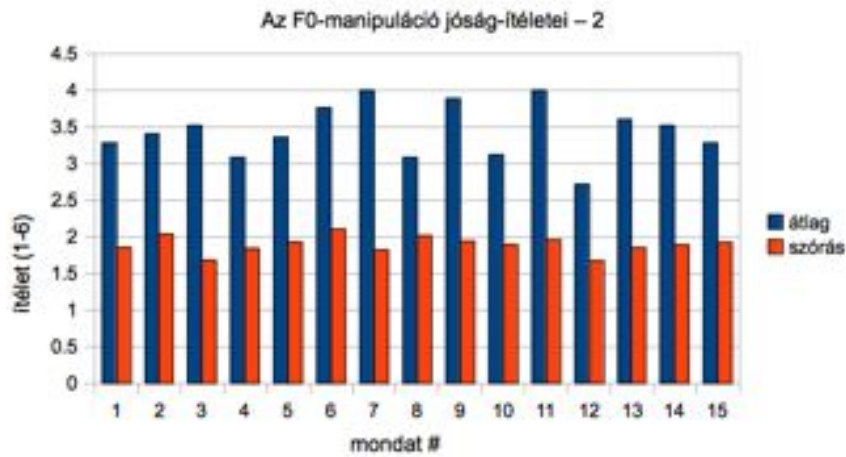
(13) A madár, amit a vadász, aki ittas volt, megcélzott, elrepült.

“a”            ” b”            ” c”            “d”            “e”

A kísérletben 25 egyetemi hallgató vett részt, akiket arra kértünk, hogy adjanak egy jóság ítéletet a fenti mondatok minden – összesen 15 – tonális változatára egy hatfokú skálán, a megfelelő gomb megnyomásával (6 = legelfogadottabb, 1 = legkevésbé elfogadott). Itt ismét a Praat számítógépes program segítségével hoztuk létre a tonális variációkat, és PsyScope-pal végeztük el a kísérleteket Macintosh PowerMac számítógépen. A reakcióidő mérésére ButtonBox eszközt használtunk. A következő mintázatokot alkalmaztuk (a fenti (11), (12) és (13) számozású mondatoknak a kísérletben az (1), (2) és (3) mondatok felelnek meg). A manipulációk a „b” és a „c” beágyazott szegmenseket érintették, az „a” szegmens változatlan maradt.

A páros t-próba alapján a válaszok minden mintára szignifikánsak voltak ( $p < 0,5$ ). A kiszámolt átlagértékekből kiindulva a következő eredményeket kaptuk (ld. 7. ábra).





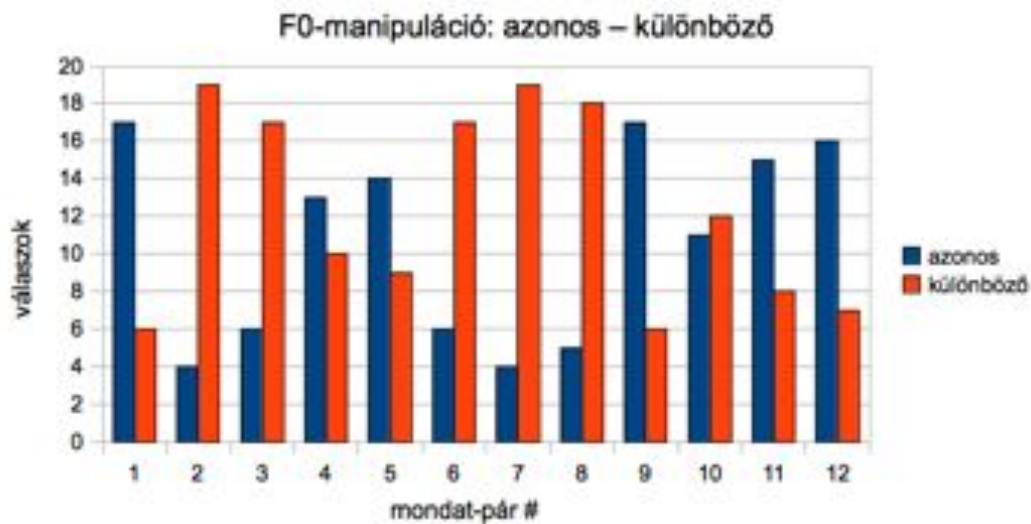
7. ábra

Az előző kísérlet eredményeivel összevetve két szembevető különbséget találtunk: az újabb kísérletben majdnem minden ítélet pozitív volt (a 3-as átlagérték, azaz 50% feletti), és ahogy a megfelelő szórásértékek is mutatják, az értékelések mintánként jelentősen eltértek. Ugyanakkor valamilyen okból még az eredeti bemondásban bemutatott, változatlanul hagyott mintázatok sem kaptak magas értékelést (a többségük 3-3.5 körül, a kedvezőbb 5-ös, 6-os értéket meg sem közelítették). Két mintázat lóg ki valamennyire a leginkább előnyben részesítettek közül 4-es értékeléssel: a (11), melynek az F0-ján nem változtattunk és a (7), melynél a „b” hangsúlyos szótagját emeltük az „a” magasságához. Még a (3), a (8) és a (13) mintázatot sem utasították vissza, melyeknél pedig a beágyazott tagmondatot úgy manipuláltuk, hogy az nem legyen tonálisan beágyazva. A magas szórásértékhez a döntési bizonytalanság e viszonylagos állandósága mindenképpen hozzájárul.

Ugyanakkor az ítéletek relatív állandósága egy fontos dologra enged következtetni: mivel a manipulációk egyike sem befolyásolta az adott szegmens tonális alapvonalát, a mintázatok legalább ebből a szempontból viszonylag természetesnek hatottak. *Így tehát a tonális beágyazás megsértése a manipulálandó szegmens bal oldalán (ott, ahol a tonális beágyazást kezdeményezhetjük) sikeresen ellensúlyozható ugyanazon szegmens jobb oldalának a tonális alapvonalon való szabályos elhelyezésével.* Ez a kísérlet tehát arra mutatott rá, hogy a tonális beágyazásnál a tonális tér (az alaphfrekvencia-tartomány) szűkítése számít igazán, amit úgy érünk el, hogy csak a kiinduló hangmagasságot csökkentjük, és a tonális alapvonalat eredeti értékén hagyjuk, ahelyett, hogy az egész beágyazott szegmens beszéddallamát mélyítenénk (ez utóbbi az egyik oka annak, hogy az előző kísérletben néhány mintázatot egyértelműen elutasítottak.)

### Percepció kísérlet 3: A hangsúlyos szótag tonális manipulációjának szerepe a prozódiai csoportosítás kifejezésében – *azonos vagy különböző*

Végül egy újabb szempontból tovább vizsgáltuk ugyanazokat a mondatokat; ezúttal felhasználtuk őket ugyanabban és egy másik kísérletben is. Azzal indokoljuk ennek szükségességét, hogy itt a kísérleti személyeknek egy sokkal egyszerűbb kérdést kellett eldönteniük. Anélkül, hogy egy 6-fokú skálán kellett volna megítélni az észlelt inger elfogadhatóságát, eldönthető, hogy egy bizonyos szabály vagy elv (mint a tonális beágyazásé) érvényesül-e. 23 egyetemi diákot kértünk arra, hogy döntsék el, vajon egy-egy bemutatott felvétel-páron belül a két felvétel azonos-e vagy különböző. Ugyanazokat a mintázatok használtuk, mint az előző kísérletben, úgy, hogy minden pár közül csak az egyiket manipuláltuk, a másik változatlan maradt. Azt vártuk, hogy a megegyező/eltérőítéletek vizsgálata által újabb módon ellenőrizhetjük a tonális beágyazás elvének. Mivel a három mondat mindegyikét azonos módon módosítottuk, meg tudtuk figyelni, milyen szerepe van a manipulálás típusának az ítéletekben, továbbá, van-e ugyanitt szerepe az egyes mondatok szemantikai tartalmának. Vö. 8. ábra:



8. ábra

Azt látjuk, hogy az első manipulálás-típus esetében, amikor a módosítás szerint a “b” hangsúlyos szótagját emeltük az “a” magasságára, a “c” pedig a helyén maradt, az alanyok mindhárom mondatnál a pár két tagját leginkább azonosnak tekintették (azaz a manipuláltat a nem manipulálttól csak néhány esetben különböztették meg). Ezt azzal magyarázzuk, hogy a “b” szakasznak az “a” magasságára való emelése azt jelenti, hogy a tonális beágyazás szabálya ugyan nem érvényesül, de nem is mond annak ellent (akkor mondana ellent, ha “b” magasabb pozícióba kerülne, mint “a” – mint erre fentebb rámutattunk). Továbbá, mivel a “c” szakasz az eredeti magasságában maradt, ez pedig alacsonyabb, mint az azt követő, kiágyazást képviselő “d” szakasz, legalább a “c” és a “d” vonatkozásában a tonális beágyazás elve szabályosan érvényesül.

Ezen értékeléseket összevetve azt általánosítottuk, hogy *a beágyazás jelölésének az elmaradását kisebb sértésként észleljük, mint a kiágyazását, különösen egy többszörösen beágyazott szerkezet esetében.* Azt is észre kell azonban vennünk, hogy *a tonális beágyazás érvényesülését a percepcióban másodlagosnak tekintjük a szintaktikai hierarchia-jelölés elsőbbségével szemben.* Végül egy adott mondat szemantikája is jelentősen befolyásolhatja a prozódiai szabály megsértésének az észlelését. További, a jelentésre irányuló vizsgálatoktól várhatjuk csak, hogy megfelelő magyarázatot kapjunk az egyes, itt bemutatott mondatpárosok esetében megfigyelt észlelési különbségekre.

### 3. A tonális beágyazás és tonális folytonosság vizsgálata spontán nyelvi korpusz alapján

A kutatásunk egyik fontos újdonsága volt, hogy a beágyazásokra, beékelésekre és a beszélőadaptációra jellemző akusztikus és vizuális gesztuskészlet-használatot egy multimodális, beszélt nyelvi korpuszon vizsgáltuk. Arra kerestünk választ, hogy vajon – figyelmünket a prozódiaira fordítva – megragadható-e a rekurzió spontán és nem-spontán beszédben egyaránt. Vizsgálataink a beágyazások, beékelések és a beszélőadaptáció prozódiai megjelenési formáira terjedtek ki. A korpusz multimodális jellegéből következően lehetőségünk volt arra is, hogy megnézzük, vajon a feltételezett rekurzió megjelenik-e a gesztusokban is. Konkrét példákon keresztül elemeztük a rekurzió komplex és összehangolt megjelenését a beszéddel együtt megjelenő gesztusokban, ami az elméleti nyelvészetben túlmenően hozzájárulást jelenthet az ember-gép kommunikáció természetességének, hatékonyságának a növeléséhez is. Mindezen területek a multimodális gesztuskészlet-használat fogalmával foghatók össze. A gesztuskészlet-használat sajátosságainak változásai jelezhetik az akusztikusan megjelenő beágyazásokat és beékeléseket. Ugyanakkor a szélesebb értelemben vett prozódia a képeknél is megjelenik, a vizuális gesztusokban is megfigyelhetők az időviszonyok, az intenzitása, a frekvencia, illetve személyenként megfigyelhető egy rendelkezésre álló jelkészlet, repertoár, vizuális gesztuskészlet. A HuComTech

multimodális korpuszon az audiovizuális gesztuskészletet jellemző közül a következő típusvizsgálatokat végeztük:

általános alapfrekvencia-adatok mérése beszélőnként és címkénként (minimum, maximum, átlag, szórás, medián, hangterjedelem)

alapfrekvencia-eloszlással kapcsolatos mérések beszélőnként és címkénként

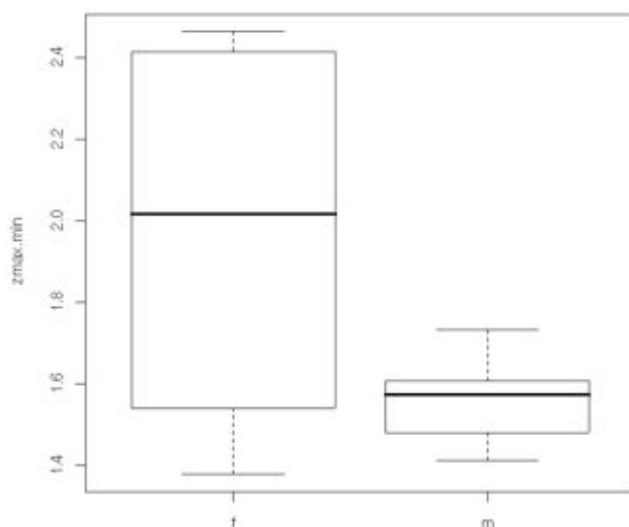
hangminőség-mérések beszélőnként (rekedtes hang)

beszélőadaptációs vizsgálatok (általános alapfrekvencia-adatok, hangminőség-mérések)

vizuális megfelelők vizsgálata

A HuComTech multimodális korpusz 8 beszélőjének és az interjúztató (összesen 4 férfi és 5 nő, 20 és 29 év közötti egyetemi hallgatók) hanganyagán végeztük a vizsgálatokat. Összesen 4 órnyi hanganyagot elemeztünk; az anyag tartalmazott olvasott (fonetikailag gazdag mondatok és beágyazott mondatok felolvasása) és irányított spontán beszédet formális és informális társalgási szituációkban.

Az interjúalanyok esetében a stílust tekintve az informális beszéd F0-átlaga, mediánja és frekvenciatartománya nagyobb volt, de a különbség nem szignifikáns – az interjúztató alaphangjának mediánját tekintve a különbség valamivel nagyobb volt ( $p = 0,06$ ). A nemek közötti különbséget tekintve a vizsgált beszélők esetében a nemi különbség hatása a hangterjedelemeire szignifikánsnak mutatkozott ( $F(1, 14) = 5,704$ ;  $p = 0,03157$  ( $p < 0,05$ )); lásd a 9. ábrát.



9. ábra. A férfi (m) és női (f) beszélők hangterjedelmének (oktávban kifejezve) mediánja és szórása

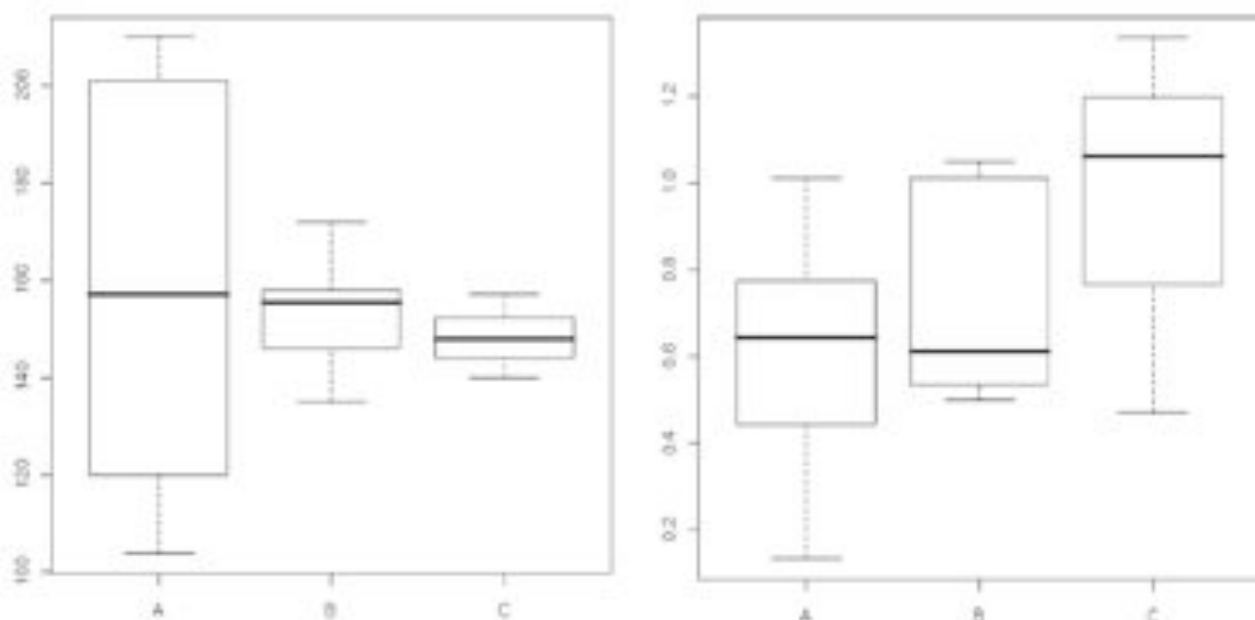
A beágyazások és beékelések esetében kétféle anyag állt rendelkezésünkre a korpuszból: egyrészt a felolvasásokról készült felvételek, másrészt a formális és informális spontán beszélgetéseken belül rögzített, spontán beágyazások és beékelések. A kísérlet során vizsgált, az interjúztatót is beleszámolva összesen 9 beszélő közül 6 beszélő annotált anyaga állt a rendelkezésünkre a vizsgálat végzésekor. Az alanyoknak a következő kétszeres beágyazásokat kellett felolvasniuk:

*A madár, amit a vadász, aki ittas volt, megcélzott, elrepült.*

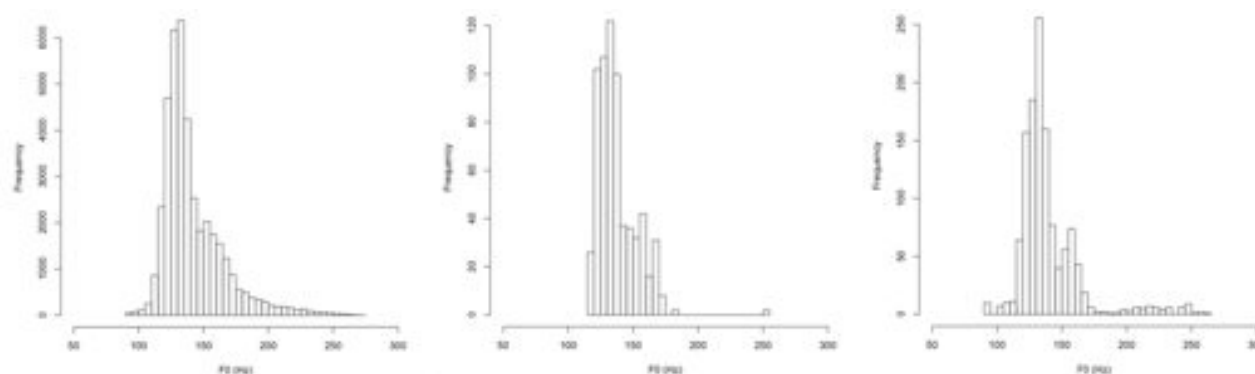
*A levél, amit Kati, aki boldog volt, feladott, elveszett.*

*A macska, amit a kutya, ami megveszett, megharapott elszaladt.*

Mindhárom mondat annotációja a következő felépítés szerint történt: |B1|C|B2|A2, ahol C a második, legmélyebb, beágyazás a B beágyazásban. A1 és A2 összeolvasva egy teljes főmondatot ad, B1 és B2 összeolvasva egy teljes alárendelő mellékmondatot ad, amely szintaktikailag a főmondat alanyára vonatkozik, így középső beágyazásként valósult meg. Korábbi eredményeink szerint (Hunyadi 2006, 2009, 2010) a beágyazott részek monotonabbak, mélyebb alaphfrekvencián jelennek meg és a környező (itt számozott) részek, azaz a keretszerkezet tonális folytonossága jellemzi őket (könyvjelző-hatás), sőt, minél mélyebb a beágyazás, annál alacsonyabb frekvencián kezdődik a dallam. A felolvasott beágyazásokon végzett vizsgálatok – az adott tagmondatok mediánja és hangterjedelme, illetve ezeknek a keretszerkezet adataihoz hasonlítása – nem hozták a várt eredményt, igaz, az eredmények közül csak egy szignifikáns, ráadásul a beszélők sokszor a mondatok természetellenes felépítésére panaszkodtak. Igaz az is, hogy a spontán beszédben az eddig vizsgált anyagban nem találtunk a fentiekhez hasonló, többszintű beágyazásokat. A felolvasott, többszintű beágyazásoknál a vizsgált beszélők közül a 016-os és 067-es beszélő esetében a beágyazott részeknél magasabb F0-mediánt és tágabb hangterjedelmet mértünk. Másrészt vannak pozitívnak mondható példák is a 070 -es és 081-es beszélők esetében – bár az utóbbi esetben C hangterjedelme A-hoz és B-hez viszonyítva is nagyobb volt (lásd a 081-es beszélő típusokra mért mediánjának (Hz) és hangterjedelmének (oktáv) szemléltetését a 10. ábrán, az egyes tagmondattípusok fekvenciaeloszlásait a 11. ábrán).



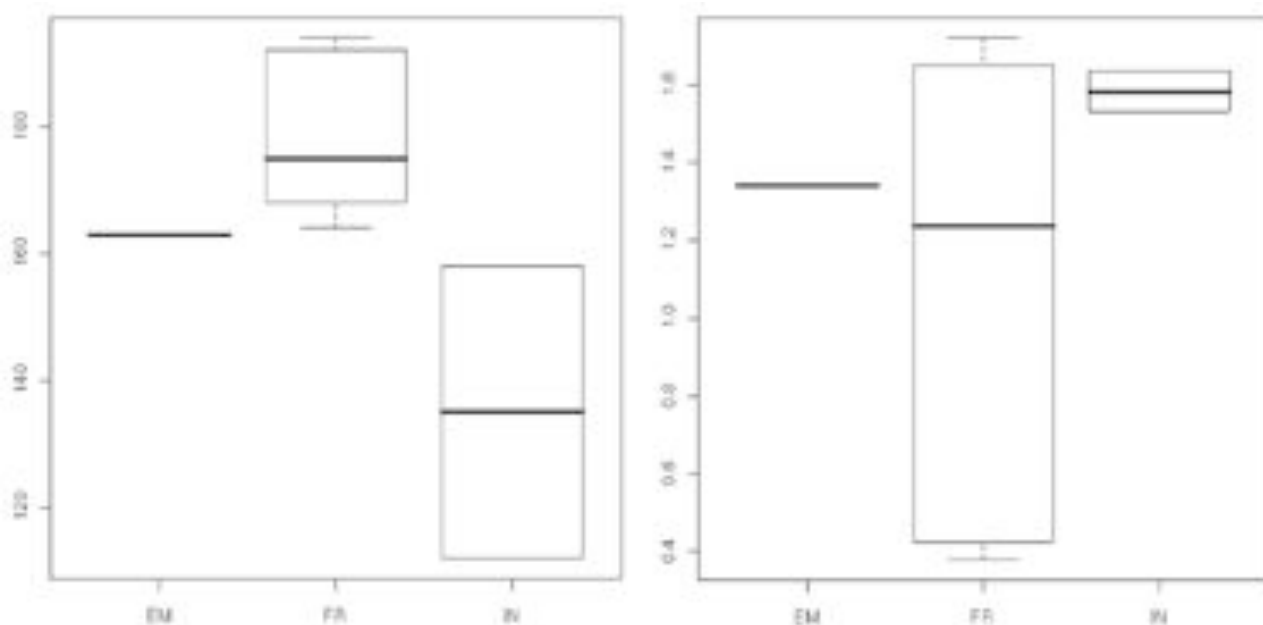
10. ábra. A 081-es beszélő A, B és C típusú olvasott tagmondattípusaira mért F0-medián (bal oldali ábra, Hz) és hangterjedelem (jobb oldali ábra, oktáv)



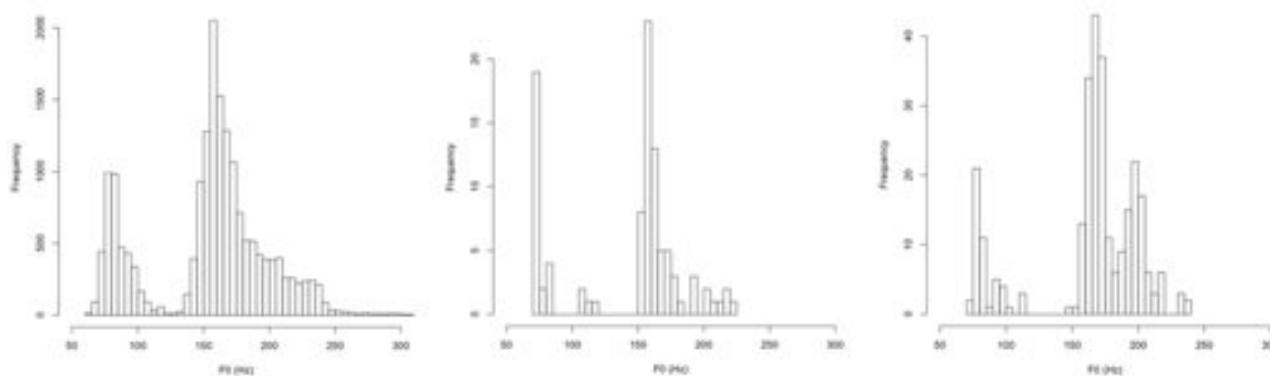
11. ábra. A 081-es beszélő olvasott tagmondattípusainak alapfrekvencia-eloszlása (balról jobbra: A, B és C típusú tagmondatok ábrái)

Érdekes még, hogy két beszélő esetében C mediánja csak B-nél volt alacsonyabb (078 és 069-es beszélő – utóbbi esetben a frekvenciatartomány is szűkebb volt B-nél).

A spontán beszéd esetében viszont teljesült az a minimális elvárás, hogy nem lesz olyan beágyazás vagy beékelés, vagy EM, ami szignifikánsan magasabb F0-mediánnal rendelkezik vagy nagyobb hangterjedelmű, mint a keretszerkezet – közel ugyanakkorák vagy szignifikánsan alacsonyabbak lesznek. Ez alátámasztja Hunyadi (2009) percepciók kísérletének eredményét, mely szerint a túl magasra szintetizált beágyazott részt a kísérleti alanyok meghallgatás után “rossznak” minősítették. Egyébként pedig többször fordulnak elő valamivel alacsonyabbak, mint magasabbak – az 052-es beszélő beékeléseinek esetében szignifikáns különbséget is találtunk ennek igazolására. Az 052-es beszélő esetében a beékelés szignifikánsan alacsonyabb F0-mediánnal rendelkezett, mint a keretszerkezeté, ( $p=0,02464$ ) és a beágyazás F0-mediánja is alacsonyabb volt, mint a keretszerkezeté (lásd a 12-es és 13-as ábrát).

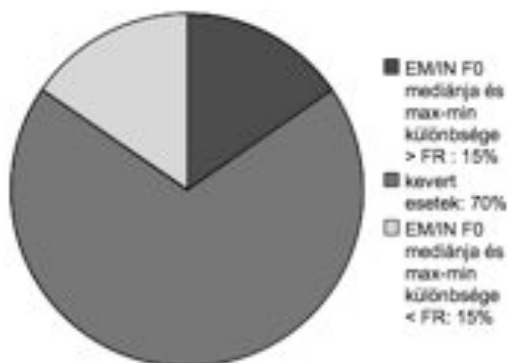


12. ábra. Az 052-es beszélő spontán beágyazásainak (EM), keretszerkezeteinek (FR) és beékeléseinek (IN) F0-mediánja (bal oldali ábra, Hz) és hangterjedelme (jobb oldali ábra, oktáv)



13. ábra. Az 052-es beszélő általános spontán beszédének (bal oldali ábra), spontán beágyazásainak és beékeléseinek (középső diagram) és keretszerkezeteinek (jobb oldali diagram) alapfrekvencia-eloszlása

Az alábbi diagram (14. ábra) összegzi a nyolc beszélő formális és informális spontán beszédében vizsgált beágyazásainak és beékeléseinek keretszerkezetéhez viszonyított F0-medián- és hangterjedelem-arányait:



14. ábra. A beszélők beágyazásainak/beékeléseinek a keretszerkezetéhez viszonyított F0 medián- és hangterjedelem-arányai spontán beszédben

A beágyazások és beékelések tekintetében tehát, míg bizonyos esetekben megfigyelhető a mélyebb és monotonabb hangfekvés, addig más esetekben nem – ugyanakkor a spontán beszédben nem találunk szignifikáns példát arra, hogy a beágyazás vagy a beékelés F0-mediánja, átlaga vagy hangterjedelme magasabb, illetve nagyobb volna a környező részekénél, míg az ellenkező esetre igen.

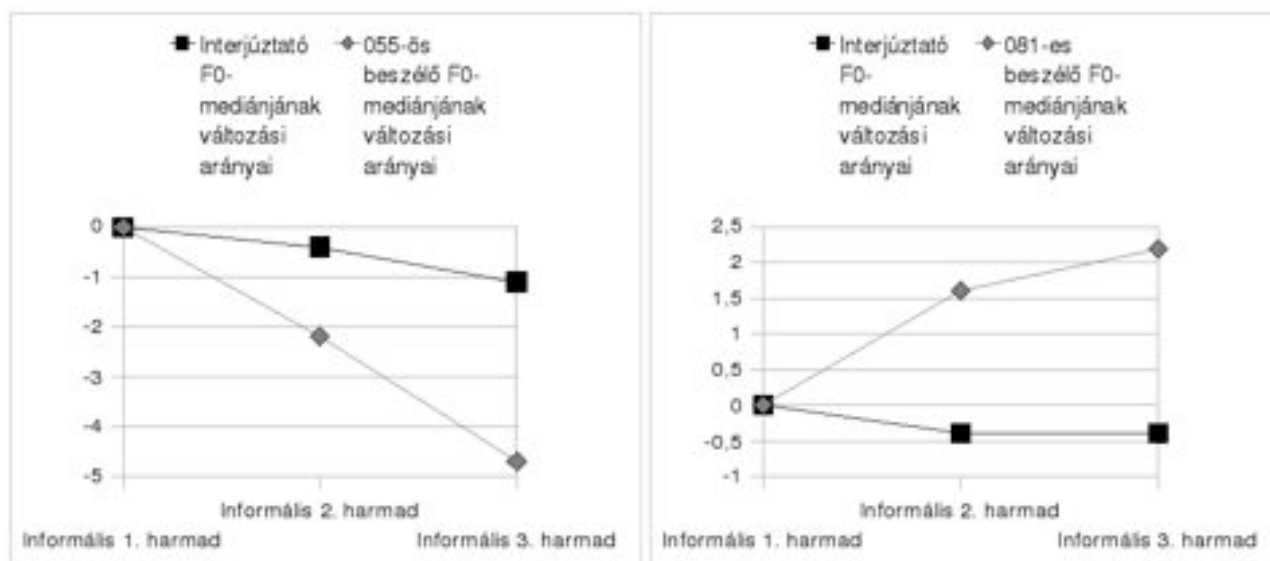
A beszélőadaptáció, azaz a beszélgetőpartnerhez való alkalmazkodás akusztikai megvalósulásának vizsgálatát az interjúztató és az aktuális interjúalany alaphang-adatainak és az egy másodpercre eső nyikorgó hangjainak számának (mint a hangminőség egy mérőszámának) összehasonlításával végeztük el. Mivel az adaptáció egy folyamatos és ciklikus ellenőrzést tételez két beszélgető párbeszédében az előző ellenőrzés eredményére támaszkodva, felmerült, hogy ezen rekurzív tulajdonságokkal rendelkező ellenőrzés potenciálisan rekurzív prozódiai mutatókkal is tetten érhető. A két beszélő F0-értékei között pozitív korreláció esetén feltételeztük, hogy ez adaptációra utalhat. A kapott adatmennyiség végül nem bizonyult elegendőnek általános következtetések levonására, csupán tendenciákat lehet említeni.

Az alaphang-adatok és a beszélőadaptáció összefüggéseit tekintve szignifikáns ( $p = 0,03$ ) 0,76-os korrelációt számoltunk az informális spontán beszélgetésnél az F0-mediánra nézve, a formális beszélgetéseknél ez az érték kisebb volt ( $R = 0,39$ ,  $p = 0,36$ ). Rekurzivitást akkor feltételezhetnénk, ha az arányszámok fokozatosan növekednének vagy csökkennének az adott beszélők esetében. A 8 beszélőn végzett vizsgálatok alapján az mondható el, hogy míg bizonyos esetekben egyirányú fokozatos változás észlelhető, addig ez másoknál nem jelenik meg. Persze az intonáció csak egy paraméter a sok közül, amelyek az adaptációt jelezhetik, ráadásul az alkalmazkodóképességet, illetve annak sikerességét több minden befolyásolhatja (pl. fáradtság, szimpátia; az intonációt befolyásolhatja még a kérdések száma, új információ mennyisége is). Végül nem elhanyagolható az



a szempont sem, hogy az adaptáció csak egy opció, és a performanciában (amit végül vizsgáltunk) nem feltétlenül jelenik meg.

A vizsgált esetek alapján két alaptípust különböztettünk meg, az egyiket most az 055-ös, a másikat a 081-es beszélő adatai reprezentálják (lásd a 15. ábrát). Az 055-ös interjú esetében egy párhuzamosnak tekinthető, fokozatos csökkenést figyelhetünk meg mind az interjúalany (-2,2, -4,7), mind az interjúztató (-0,4, -1,1) részéről (az egész informális beszélgetésre mért mediánjuk egyébként hasonló: 207 Hz és 202 Hz). A 081-es beszélőt tekintve az arányszám rekurzívan növekvő tendenciára (1,6, 2,2) utalhat, ez esetben fokozatos adaptációra gyanakodhatunk az informális interjú alatt mért 134 Hz-es medián felől az interjúztató esetében mért 199 Hz-es medián felé (miközben az interjúztató részéről némi (-0,4) csökkenést figyelhetünk meg az interjúalany mediánjának irányába).



15. ábra. Az 055-ös (bal oldali ábra) és 081-es (jobb oldali ábra) beszélőnek, valamint az interjúztatónak az informális beszélgetés három harmadában mért F0-mediánjának változási arányai

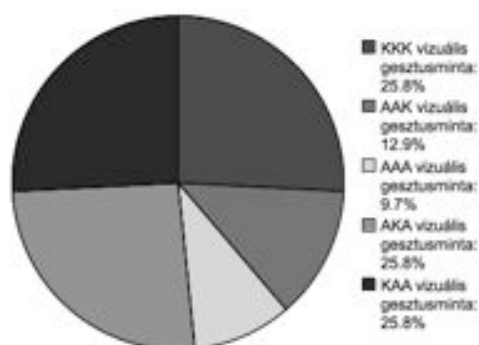
A vizsgálat teljessé tételéhez természetesen több adat szükséges, de érdekes megfigyelni, hogyan tesztelődik a beszélők között a viszony, folyamatos változást láthatunk, de hatékony kommunikáció esetén ez a változás feltételezhetően valahol beáll, a beszélők „megtalálják az egymáshoz vezető hangot”. A beszélőadaptációval kapcsolatos méréseket tekintve tehát az F0-medián, átlag, hangterjedelem és a nyikorgó hangok arányának esetében is magasabb a pozitív korrelációs együttható az informális szituációkban. Az F0-medián változásait tekintve bizonyos esetekben észlelhető volt fokozatos, rekurzív emelkedés vagy csökkenés, de csak a vizsgálat több esetre való kiterjesztése után lehet végleges megállapításokat tenni a beszélőadaptáció esetleges rekurzivitásával kapcsolatban.

Multimodális beágyazások, beékelések – a vizuális gesztuskészlet-használat megfigyelési eredményei. A spontán beszélgetések alatt előfordult beágyazott és beékelte szerkezetek alatti vizuális gesztuskészlet-használat vizsgálatát szintén a 8 interjúalany esetében végeztük el, egyelőre megfigyeléses módszerrel; mindig az adott szakaszt leginkább meghatározó (legtovább tartó vagy a környező szakaszokhoz képest megkülönböztető jelleggel bíró) időpillanatot próbáltuk megragadni. A beágyazásokat és beékeléseket kísérő gesztusok nagyfokú változatosságot mutatnak korpuszunk és a vonatkozó szakirodalom (Ekman, Friesen 1969, McNeill 1996, Kendon 2004) szerint is, ezért tipizálásukat csak az azonosság-különbözőség figyelembe vételével végeztük el (ehhez a nyolc

beszélő esetében két legjellemzőbb gesztuskészlet-összetevőt, a tekintet különböző irányait és a kéz mozgását-nem mozgását vettük figyelembe). Az alábbi csoportokat állítottuk fel:

1. KKK gesztusminta: a beágyazásos vagy beékeléses szerkezet mindhárom összetevőjének jellemző időpillanataiban gesztuskészletének elemeit különböző módon használja fel a beszélő
2. AAK gesztusminta: a beágyazásos vagy beékeléses szerkezet első két összetevőjének jellemző időpillanataiban azonos gesztusokat használ a beszélő, a harmadik összetevő alatt viszont különbözőeket
1. AAA gesztusminta: a beágyazásos vagy beékeléses szerkezet mindhárom összetevője ideje alatt azonos gesztusokat használ a beszélő
2. AKA gesztusminta: a beágyazásos vagy beékeléses szerkezet első és harmadik összetevőjének jellemző időpillanataiban azonos gesztusokat használ a beszélő, a második összetevő alatt viszont különbözőeket
3. KAA gesztusminta: a beágyazásos vagy beékeléses szerkezet utolsó két összetevőjének jellemző időpillanataiban azonos gesztusokat használ a beszélő, az első összetevő alatt viszont különbözőeket

A 16. ábra diagramja szemlélteti a fenti csoportok nagyságának arányait az összes vizsgált beágyazott és beékelte szerkezetre nézve:



16. ábra. A vizuális gesztusminták arányai az összes vizsgált beágyazott/beékelte szerkezetre nézve

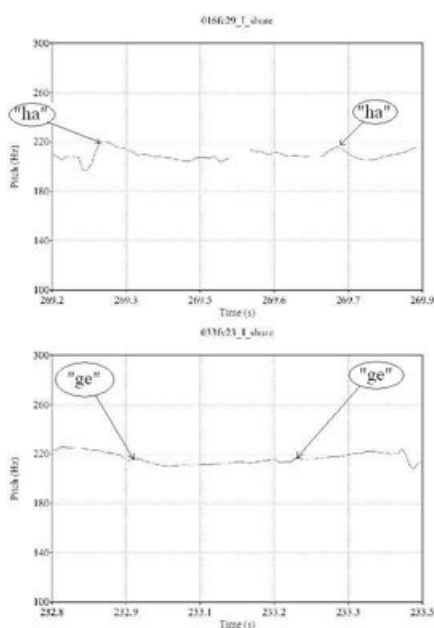
A diagramról leolvasható, hogy a legtisztább (a beágyazást vagy beékelést a környező keretszerkezettől legegyszerűbben elkülönítő csoportosítás a gesztusmintában), AKA vizuális gesztusminta a leggyakoribbak közé tartozik, míg a leghomogénebb, ezáltal az elkülönítést vizuális úton lehetetlenné tevő AAA gesztusminta a legritkább. Érdemes emellett megjegyezni, hogy az AAA-s esetek között nincs olyan példa, ahol az alaphangfrekvencia vagy az idő ne segítene hozzá a beágyazások, beékelések megkülönböztetéséhez – monotonabb és/vagy mélyebb hangfekvés és/vagy gyorsabb beszédtempó (szemben néhány olyan esettel, ahol ezeket a vizuális gesztusok is jelzik). Időzítés tekintetében a képi oldal bizonyos esetekben megelőzi az akusztikai megvalósulást, az alany már az előző tagmondat közben/végén gondolkodik a következőn, és ezt a vizuális gesztusok is jelezhetik. Az időzítés vizsgálatához minden szerkezeti összetevőhöz 3 fényképet elemeztünk, egyelőre két, látványosabb vizuális gesztuskészlettel rendelkező beszélő beékeléses (informális szituáció), illetve beágyazásos (formális szituáció) szerkezetét vizsgáltuk. Az 055-ös beszélő vizuális gesztusainak időzítési sémája a következő volt: 1. interjúztatóra néz – interjúztatóra néz – balra fölfelé néz (gondolkodik a következő tagmondaton, mielőtt még az aktuálisat mondja), 2. balra fölfelé néz – lefelé néz és indítja a kézgesztust – lefelé néz és folytatja a kézgesztust, 3. interjúztatóra néz és elkezd zárni a kézgesztust – interjúztatóra néz és bezárja a kézgesztust –



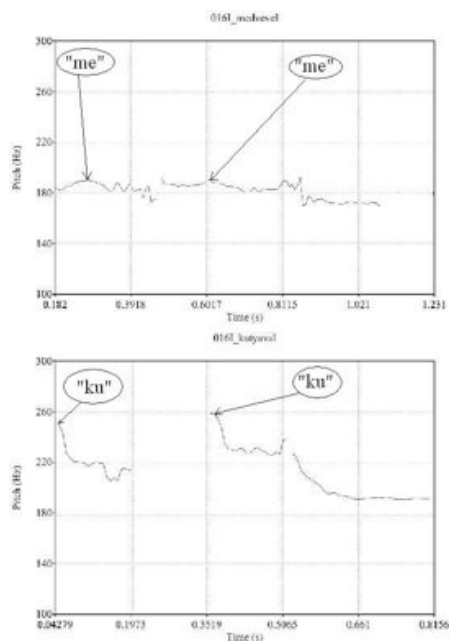
interjúztatóra néz. Ezzel szemben például a 078-as beszélő esetében nem észleltünk időeltolódást a vizuális gesztushasználat tekintetében, viszont mindkét esetben jellemző volt a kézgesztusok lezárása és az interjúalanyra való ránézés a keretszerkezet végén. A videófelvételek elemzése arra enged következtetni, hogy a vizuális gesztuskészlet használati sajátosságai – az akusztikus gesztuskészlet használati sajátosságait teljessé téve, esetenként megerősítve – a beágyazások és beékelések keretszerkezetüktől való megkülönböztetésében is szerepet játszanak.

### 5. Az újraindítás mint megakadásjelenség: iteráció vagy rekurzió?

E kérdésfeltevés újszerűsége abban rejlik, hogy először kíséreltük meg leírni az újraindítások és az iterációk rekurzióval való kapcsolatát. A rekurzióhoz ismétlés szükséges, de ez még elvben lehet iteráció is. Attól rekurzív, hogy valamilyen művelettel megterhelve történik meg az ismétlés. Ez jelentheti azt, hogy akár az intenzitás, akár az F0 (vagy mindkettő) növekszik. A HuComTech multimodális spontánbeszéd-korpusz alapján a befejezetlenül hagyott és a befejezett szavak egymással megegyező részének alaphang-frekvenciáját (F0) vetettük össze. Az újraindítások ismétlődéseiről úgy gondolhatnánk, hogy azonosak az iterációval, azonban feltettük, hogy ha az F0-nak egy folyamatos emelkedésével találkozunk, az lehet jól leírható esete a rekurciónak is. A vizsgálat eredményét a 17. és a 18. ábra összevetése példázza:



17. ábra. Az "aha, aha" (felső kép) és az "igen, igen" (alsó kép) iterációk alaphangfrekvencia-görbéje



18. ábra A "medv-- medvével" (felső kép) és "kuty-- kutyával" (alsó kép) újraindítás alapfrekvencia-görbéje

A 17. ábra mutatja az iteráció esetét: megállapítható, hogy nagyjából ugyanolyan lefutású a két szakasz görbéje – ez az ismétlődő jelleg erősítését jelenti, tehát a megelőző hosszabb vagy rövidebb szakasz (ami lehet mondat, mondatrész vagy akár egyetlen szó, szótag is) intonációs sémája várhatóan megismétlődik. Ezzel szemben a 18. ábrán szereplő újraindítás olyan ismétlődés, mely egy további művelettel jár, mégpedig úgy, hogy az F0-értéke mindig valamivel magasabb (vagy bizonyos esetekben alacsonyabb), mint az azt megelőző – azaz az előző szakasz értékét veszi alapul. Így az újraindítást felfoghatjuk mint a rekurzió egy speciális esetét.

#### 6. Ritmus: a ritmikus szervezés általános elvei és megjelenése a nyelvben

Követve a rekurzióval kapcsolatos többirányú vizsgálataink szellemét, különösen pedig figyelembe véve azt az általánosítást, miszerint a csoportosításnak legáltalánosabb az időbeli reprezentációja, feltettük, hogy a ritmus összefügghet a csoportosítással és annak rekurzív alkalmazásával. Ezt vizsgáltuk absztrakt vizuális és absztrakt prozódiai mintázatokon, továbbá természetes nyelvi mondatokon. A mondattípusok a következők voltak:

21 kísérleti alany (melyből 19 magyar egyetemi diák, 2 pedig magyar felnőtt) közreműködésével végrehajtottunk egy felolvasási kísérletet, mely 15 mondat felolvasását tartalmazta. Minden egyes mondat az alábbi 3 szegmensből állt (A = első szegmens, B = második szegmens, C = harmadik szegmens):

- A: 3 ige egyike (2, 3 vagy 4 szótagú ige) + egy névelő
- B: 3 főnév egyike (4, 5, 6, 7 vagy 8 szótagú főnév) + egy névelő
- C: minden esetben ugyanaz a három szótagú főnév

A szavak a következők voltak:

A: Álltam, beszéltem, beszélgettem + a

B: rajztanárral, énektanárral, fizikatanárral, történelemtanárral, matematikatanárral, + a

## C: folyosón

A, B és C permutációjának eredményeként kaptuk meg a 15 mondatot, amelyek az alábbi mintákat követték:

Álltam a rajztanárral a folyosón.

Beszéltem a fizikatanárral a folyosón.

Beszélgettem a matematikatanárral a folyosón.

Arra voltunk kíváncsiak, vajon a nem-hierarchikus mintázatokban megfigyelt szimmetria ritmikus tulajdonsága miként függhet össze a rekurzív beágyazások során tapasztalt frázishatár-rövidülésekkel illetve -nyúlásokkal. Azt találtuk, hogy rendszeresség figyelhető meg az ilyen rövidülések és nyúlások során. Mindennek az alapja a *szimmetria*, ami két azonos belső szerkezetű, azonos hierarchikus pozícióban levő csoport között áll fenn. A hierarchikus különbség alapján ezen alapértelmezett szimmetrikus viszony megváltozik úgy, hogy a hierarchiában elfoglalt helyek különbözősége alapján egy időbeli reprezentációs különbséget számolunk ki, aminek az eredménye lesz a csoporthatár rövidülése illetve nyúlása. Ily módon a ritmus alapjának a csoportosítást és a csoportok közötti szimmetrikus viszony létrejöttét tekinthetjük, míg a csoportok közötti hierarchikus különbségekre támaszkodó számítások alapján egy *származtatott szimmetria* jön létre. E származtatott szimmetria lényege tehát nem két csoport alapvető jellemzőinek (mint az időtartam) a különbsége (azaz "nem-ritmus"), hanem éppen az, hogy a különbség származtatható az alapértelmezett szimmetriából. Így *a percepcióban szimmetrikusnak (és így ritmikusnak) tekinthetünk csoportok közötti olyan különbségeket, amelyeket – a hierarchikus különbségeken alapuló megfelelő számítás segítségével származtathatunk az alapértelmezett szimmetriából.* Vizsgálataink azt mutatták ki, hogy *a ritmikus csoportosítás során egy tervezési folyamatot végzünk, amelyben két egymást követő csoport jellemzőit hasonlítjuk össze a szimmetriára való törekvés alapján.*

Kísérletekkel célunk az volt, hogy bemutassuk a nyelvi ritmus kognitív nyelvi képességén alapuló, általános, modalitás-független jellemzőit. Hangsúlyoztuk a ritmus kétféle aspektusát: a strukturálisat és a perceptuálisat, és azt, hogy az utóbbi az előbbi reprezentáció általi leképezése.

Azt találtuk, hogy a ritmus érzékelése a kognitív csoportosítás elvén alapszik, ami ugyanakkor a szimmetria kognitív elvére támaszkodik. Feltettük, hogy a csoportosítás struktúrafüggő, és hogy a hierarchikus csoportosítás az adott mintázat ritmikus reprezentációjára vonatkozó számításokat követel. Ebben az összefüggésben kétfajta ritmust különböztettünk meg: *alapértelmezett* és *származtatott* ritmust. Az alapértelmezett ritmust az alapértelmezett szimmetria, míg a származtatott ritmust a származtatott szimmetria elvére támaszkodva hozunk létre, ez utóbbit azon számítás eredményeként, amit a szimmetria-viszonyban álló csoportok strukturális hierarchikus pozíciója alapján alkalmazunk az alapértelmezett ritmuson.

*Feltételezzük, hogy a reprezentációnak tervezési mechanizmusa van, ami hátrafelé irányú tervezéssel kisebb komputációs költséggel jár, ezért alapvetőnek tekinthető.* Beszélt nyelvi megnyilatkozásokban, a szomszédos, önálló főhangsúllyal rendelkező csoportok hosszától függően a kétféle irányú tervezés kombinációja is lehetséges. Mivel a csatlakozó csoportok időtartama potenciálisan különböző, az észlelt ritmus a szimmetria elvének a származtatott ritmusra gyakorolt hatásából adódik.

## 7. Siketek jelnyelve és az univerzális grammatika

A pályázat és lényegében a hazai nyelvtudomány számára is bizonyos tekintetben új területet nyitottunk a rekurzió-kutatás számára a jelnyelv vizsgálatával. Ezen kutatási irány során nagy mennyiségű adatot gyűjtöttünk siket gyermekek, felsőbb osztályos iskolások, valamint felnőttek

körében abból a célból, hogy a későbbiek során az univerzális grammatika kutatása számára is fontos anyagot gyűjtsünk. E kutatás során igyekeztünk minél nagyobb tapasztalatra szert tenni az anyaggyűjtés módszertanában, de egyben a jelnyelv vonatkozásában is tettünk olyan kezdeti megfigyeléseket, amelyekre későbbi kutatásainkat is alapozhatjuk. A siketek szerkezetépítési sajátosságaikon keresztül a csoportosítás mint a rekurzió alapja bizonyos velünk született nyomait kívántuk azonosítani, beleértve az alárendelő összetett mondatok, így a beágyazás jelelését. Eredményeink közé tartozik, hogy alkalmunk volt megfigyelni és osztályozni a kézjelek és egyéb gesztusok (különösen az arc és a tekintet) szintaktikai jelölő funkcióját. Ugyanakkor az is eredményként könyvelhető el, hogy megtapasztaltuk: a siketek jelrendszere valóban nem pontos mása a beszélt nyelvnek. Erre sajátos szerkesztési elvei alapján van lehetősége, amelyek egy önálló és saját modalitást képező nyelvi rendszer bontakozik ki. A több mint 10 órás anyagunk és leíró megfigyeléseink egy új kutatást alapoznak meg, amely a megtett kezdeti lépések tapasztalatait követve a későbbiekben a nyelvképesség mibenlétének vizsgálatát helyezheti új megvilágításba. A korpusz digitalizált videofelvételekből áll, amelyek jelen formájukban kérésre hozzáférhetők az érdeklődők számára.

## Hivatkozások

- Allwood, J., Cerrato, L., Dybkjaer, L., Jokinen, K., Navaretta, C., Paggio, P. 2005. The MUMIN Multimodal Coding Scheme. In: *NorFA Yearbook*, 129–157.
- Bailly, G., Lelong, A. 2010. Speech Dominoes and Phonetic Convergence. *Proceedings of the Inerspeech 2010 Conference*, Makuhari, Japan, 1153–1156.
- Bakti, M. 2008. Megakadályozások a szinkrontolmácsolásban. *Fordítástudomány. Tanulmányok az írásbeli és szóbeli nyelvi közvetítés elmélete, gyakorlata és oktatása témaköréből*. 2008. X. évfolyam, 2. szám.
- Boersma, P., Weenink, D. 2011. Praat: Doing Phonetics by Computer 5.2.12. <http://www.praat.org>
- Chomsky, Noam, and Morris Halle. 1968. *The sound pattern of English*. New York: Harper and Row
- Clift, R., Drew, P., Hutchby, I. 2006. Conversation analysis. In: Verschueren, J., Östman, J. O. (eds.) *Handbook of Pragmatics 2006 installment*. Amsterdam, John Benjamins.
- Clifton, Charles, Jr., Katy Carlson and Lyn Frazier. 2002. “Informative prosodic boundaries.” *Language and Speech* 45 (2): 87–14.
- De Looze, C., Hirst, D. 2008. Detecting Key and Range for the Automatic Modelling and Coding of Intonation. In: *Proceedings of the Speech Prosody 2008 Conference*, Campinas, Brésil, 13–138.
- Dimitracopoulou, I. 1990. *Conversational competence and social development*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Edlund, J., Heldner, M. 2007. Underpinning /nailon/: Automatic Estimation of Pitch Range and Speaker Relative Pitch. In: *Lectures Notes In Artificial Intelligence*, szerk.: J. G. Garbonell, J. Siekmann. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 229–242.
- Ekman, P., Friesen W. V. 1969. *The Repertoire of Nonverbal Behavior: Categories, Origins, Usage, and Coding*. *Semiotica*, 1, 49–98.
- Hunyadi L. 2006. Grouping, the Cognitive Basis of Recursion in Language. In: Kertész A. (ed.): *Argumentum*, 2. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, 67–114.
- Frid, J., Ambrazaitis, G. 2010. Automatic estimation of pitch range through distribution fitting. In: *Proceedings from Fonetik (Working Papers 54.)*, szerk.: Susanne Schötcz és Gilbert Ambrazaitis, Lund University, 41–46.
- Gósy, M. 2005. *Pszicholingvisztika*. Budapest: Osiris Kiadó.
- Gósy, M. 2007. Disfluencies and Self-monitoring. *Govor* 24. évfolyam. 2. szám, 91–110.

- Gyarmathy, D. 2009. Az alkohol hatása a spontán beszédprodukción. In: Kuna Ágnes – Veszelszki Ágnes (szerk.) 2009: *Félúton 3. A harmadik Félúton konferencia (2007) kiadványa*. [http://linguistics.elte.hu/studies/fuk/fuk07/gyarmathy.d\\_KA\\_VA\\_T.pdf](http://linguistics.elte.hu/studies/fuk/fuk07/gyarmathy.d_KA_VA_T.pdf)
- Györffy, A. 2009. Afáziás betegek spontán beszédének elemzése. In: Kuna Ágnes – Veszelszki Ágnes szerk. 2009: *Félúton 3. A harmadik Félúton konferencia (2007) kiadványa*. [http://linguistics.elte.hu/studies/fuk/fuk07/gyorfi.a\\_KA\\_VA\\_T.pdf](http://linguistics.elte.hu/studies/fuk/fuk07/gyorfi.a_KA_VA_T.pdf)
- Hauser, Marc D., Noam Chomsky and W. Tecumseh Fitch. 2002. “The faculty of language: What is it, who has it, and how did it evolve?” *Science* 298: 1569–1579.
- Hunyadi, L. 2002. Hungarian Sentence Prosody and Universal Grammar, szerk.: Kertész András, Peter Lang GmbH, Frankfurt am Main.
- Hunyadi, László (2006): Grouping, the cognitive basis of recursion in language. *Argumentum*, 2 (2006), Debrecen, 67–114.
- Hunyadi L. 2009. Experimental Evidence for Recursion in Prosody. In: Benjamins, J., Diken, T. ten, Vago, R. (eds) *Approaches to Hungarian*, Vol. 11, 119–141.
- Hunyadi L. 2010. Cognitive Grouping and Recursion in Prosody. In: van der Hulst, Harry (ed.): *Recursion and Human Language*. Mouton de Gruyter, Berlin New York.
- Kane, J., Pápay K. 2011. On the Use of Creak in Hungarian Spontaneous Speech. ICPhS 2011 (submitted paper).
- Kendon, A. 2004. *Gesture. Visible Action as Utterance*. CUP, Cambridge.
- Keszler B. 1989. Die grammatischen und satzphonetischen Eigenschaften der Parenthesen. In: Szende T. (ed.) *Proceedings of the Speech Research '89 International Conference*, 1983, Budapest. Magyar Fonetikai Füzetek 21, Budapest, MTA Nyelvtudományi Intézet, 355–358.
- Ladd, D. Robert (1986). *Intonational Phrasing: The Case for Recursive Prosodic Structure*. *Phonology Yearbook* 3:311–340.
- Ladd, D. Robert (1996). *Intonational Phonology*. Cambridge University Press
- McNeill, D. 1996. *Hand and Mind: What Gestures Reveal about Thought*. University Of Chicago Press, Chicago
- Pápay K. 2011. Designing a Hungarian Multimodal Database – Speech Recording and Annotation. In: *Proceedings of the COST 2102 International Training School Caserta 2011, Italy*. Springer, Heidelberg 403–411.
- Nespor and Vogel (1982). Nespor, Marina and Irene Vogel. Prosodic domains of external sandhi rules. H.van der Hulst and N. Smith (eds.), *The structure of Phonological Representations*. Part I.. Foris Publications: Dordrecht. p. 225–255.
- Nespor and Vogel (1986). Nespor, Marina and Irene Vogel. *Prosodic phonology*. Foris Publications: Dordrecht.
- Pápay K. 2011. Designing a Hungarian Multimodal Database – Speech Recording and Annotation. In: *Proceedings of the COST 2102 International Training School Caserta 2011, Italy*. Springer, Heidelberg 403–411.
- Peperkamp, Sharon (1997). *Prosodic Words*, The Hague: HAG
- Sacks, H., Schegloff, E. A., Jefferson, G. 1974. A simplest systematics for the organization of turn-taking in conversation. *Language* 50. 696–.
- Selkirk (1984). Selkirk, Elizabeth . *Phonology and Syntax: The relation between sound and structure*. MIT Press: Cambridge, MA.
- Selkirk, Elisabeth (1995). The prosodic structure of function words. In *Papers in Optimality Theory*, Beckman, Jill, Laura Welsh Dickey and Suzanne Urbanczyk. (eds.), 439–469. *University of Massachusetts Occasional Papers* 18. Amherst, MA: GLSA.
- Szaszák Gy. 2009. *A szuprasegmentális jellemzők szerepe és felhasználása a gépi beszédfelismerésben*. PhD értekezés, BME TMIT, Budapest. *Székényes I. 2011. Automatizált*

*F0 mérések beágyazott mondat szerkezetek rekurziós sajátosságainak vizsgálatához. Lásd e kötetben.*

Vicsi K., Borostyán G., Szaszák Gy. 2004. Folyamatos beszéd szószintű szegmentálása szupraszegmentális jegyek alapján. In: Alexin Z., Csendes D. (szerk.): II. Magyar Számítógépes Nyelvészeti Konferencia 2004, SZTE Informatikai Tanszékcsoport, Szeged. 319–326.

Vicsi K., Németh Zs., Szaszák Gy. 2007. Prosódiai információ használata az automatikus beszéd felismerésben; mondatmodalitás felismerése. In: Alexin Z., Csendes D. (szerk.): V. Magyar Számítógépes Nyelvészeti Konferencia 2007. SZTE Informatikai Tanszékcsoport, Szeged, 69–80.

Vicsi K., Szaszák Gy. 2005. Folyamatos beszéd szószintű szegmentálása szupraszegmentális jegyek alapján II. In: Alexin Z., Csendes D. (szerk.): III. Magyar Számítógépes Nyelvészeti Konferencia 2005. SZTE Informatikai Tanszékcsoport, Szeged, 360–370.

TALK 2007 projekt weboldala (korpuszuk annotációjának szabályairól szóló dokumentum megtalálható itt): <http://www.talk-project.org/>

Truckenbrodt, Hubert (1999). On the relation between syntactic phrases and phonological phrases. *Linguistic Inquiry* 30:219–255.

Truckenbrodt, Hubert (2007). The syntax-phonology interface. In *The Cambridge Handbook of Phonology*, Lacy P. de (ed.), 435–456.

Verschueren, J. 1998. Understanding pragmatics. London, Arnold.

Wagner, Michael 2005. Prosody and Recursion. PhD. dissertation, MIT.

A Zárójelentés *Prosódiai alapok* c. része Az NK 69042 sz. társ pályázat eredményeit összefoglaló a *Rekurzió a nyelvben. Prosódiai megközelítés* (szerk. Hunyadi László), Tinta Kiadó (megjelenés alatt) c. kötetben szereplő alábbi tanulmányok alapján készült:

Hunyadi László, A prosódiai rekurzió kísérleti igazolása pp. 3-27

Pápay Kinga, A beszélő személy akusztikus és vizuális gesztuskészlet-használatának vizsgálata multimodális korpusz alapján – beágyazások, beékelése és adaptáció pp. 28-104

Hunyadi László, Csoportosítás, szimmetria és ritmus a nyelvben pp. 105-137

Staudt Alexandra, Periodicitás és rekurzió spontán beszédben. Újrarendítések mint megakadás-jelenségek a HuComTech spontánbeszéd-korpuszban pp. 138-153

Székrenyész István, Automatizált F0-mérések beágyazott mondat szerkezetek rekurziós sajátosságainak vizsgálatához pp. 154-169

Hunyadi László, Az észleléstől a megfigyelésen át az igazolás felé pp. 170-188

Bódog Alexa, Széljegyzetek a rekurzió és a társalgás kapcsolatáról pp. 189-203